

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Univerzitetni program Gradbeništvo,
Prometna smer

Kandidat:

Tibor Krašovec

Preverjanje kakovosti voziščne konstrukcije

Diplomska naloga št.: 2940

Mentor:
prof. dr. Janez Žmavc

Ljubljana, 26. 3. 2007

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **TIBOR KRAŠOVEC** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
»PREVERJANJE KAKOVOSTI VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE«.

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL,
Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana, 12.03.2007

IZJAVE O PREGLEDU NALOGE

Nalogo so si ogledali učitelji prometne smeri:

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 620.1:625.8(043.2)

Avtor: Tibor Krašovec

Mentor: prof. dr. Janez Žmavc

Naslov: Preverjanje kakovosti voziščne konstrukcije

Obseg in oprema: 88 str., 4 pregl., 1 graf., 24 sl.

Ključne besede: notranja kontrola, zunanja kontrola, bituminizirana zmes

Izveček

Vozna površina kot sestavni element ceste mora uporabniku zagotavljati čimbolj varno, udobno in gospodarno vožnjo, poleg tega pa mora biti kakovost voziščne konstrukcije na tako visokem nivoju, da se zagotovi ustrezna doba trajanja voziščne konstrukcije. Za zagotovitev omenjenih zahtev sem v sklopu te diplomske naloge izdelal Program zagotavljanja kakovosti voziščnih konstrukcij. Program se nanaša na bituminizirane zmesi, ki so vgrajene v asfaltno krovno plast in vezano spodnjo nosilno plast voziščne konstrukcije. Pokriva področje vodenja in organiziranja nadzora nad izvajanjem del, zagotavljanja kakovosti vgrajenih materialov in izvedenih del ter spremljanja stanja investicijskega objekta v garancijski dobi. Moj namen je bil predstaviti vse zahteve, ki naj bi bile zajete v pogodbeni dokumentaciji med izvajalcem gradbenih del in investitorjem ceste. Te zahteve se nanašajo na naloge notranje kontrole s strani izvajalca voziščne konstrukcije in na zahteve zunanje kontrole s strani investitorja voziščne konstrukcije. Poleg zagotavljanja kakovosti v fazi gradnje sem v Programu zajel tudi potek vodenja in zagotavljanja kakovosti v proizvodnem obratu. Ta segment zagotavljanja kakovosti opisuje predvsem pridobivanje izjave o skladnosti s strani proizvajalca bituminizirane zmesi. Vsebino Programa sem preskusil tudi na terenu in s tem raziskal, kje tičijo pomanjkljivosti pri zagotavljanju kakovosti v praksi. Sodeloval sem v procesu notranje kontrole nad izvedbo gradbenih del, ki so potekala na odseku hitre ceste Razdrto-Vipava.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 620.1:625.8(043.2)

Author: Tibor Krašovec

Supervisor: prof. dr. Janez Žmavc

Title: Quality assessment of the pavement structure

Notes: 88 p., 4 tab., 1 graph, 24 fig.

Key words: production control, third party control, asphalt mixture

Abstract

Pavement surface as part of road is due to provide as safe, comfortable and economical drive to its user, as possible. Beside aforementioned, the quality level of pavement structure must be high enough to provide an adequate pavement life time. In order to ensure this demands, I prepared the Schedule of providing quality to pavement structures, which is the basic topic of this assignment. The Schedule refers to asphalt mixtures that are installed in asphalt surfacing and asphalt base course of pavement structure. The content of the Schedule is dealing with a field of directing and organizing supervision, providing quality to installed materials and inspecting the pavement structure during the warranty period. My purpose was to describe all contents, which are due to be included in the contract between contractor and investor. These demands refer to a production control, which is contractors' responsibility and to a third party control, which is investors' responsibility. Another field, which has an influence on pavement structures' quality, is based on manufacturing of asphalt mixture. In the Schedule, this segment is described as providing the statement of conformity, which is the manufacturers' responsibility. The Schedules' content is used in a real case, where I was participating in the production control. This supervision took place on the construction site at the Razdrto – Vipava road section.

ZAHVALA

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju prof. dr. J. Žmavcu.

Zahvalil bi se tudi Bojanu Pečavarju, ki mi je nudil koristne napotke na področju standardizacije in podjetju Igmata d.d., ki mi je omogočilo sodelovanje v sklopu izvajanja notranje kontrole na gradbišču.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
2 PROGRAM ZAGOTAVLJANJA KAKOVOSTI VOZIŠČNIH KONSTRUKCIJ.....	5
2.1 Kontrola tehnološkega elaborata	5
2.1.1 Dokazila o ustreznosti materiala za bituminizirane zmesi	6
2.1.1.1 Oprema CE oznake skladnosti	10
2.1.1.2 Vsebina CE certifikata o skladnosti.....	10
2.1.1.3 Vsebina CE izjave o skladnosti	11
2.1.2 Izjava o skladnosti predhodne sestave bituminiziranih zmesi	11
2.1.2.1 Postopek pridobitve izjave o skladnosti za bituminizirano zmes.....	12
2.1.2.1.1 Začetno tipsko preskušanje bituminizirane zmesi	12
2.1.2.1.2 Začetni pregled in presoja obrata, kontrole proizvodnje v obratu ter stalni nadzor kontrole proizvodnje v obratu za bituminizirane zmesi	17
2.1.2.1.2.1 Začetni pregled kontrole proizvodnje v obratu	17
2.1.2.1.2.2 Stalni nadzor	17
2.1.2.1.3 Proizvajalčeva kontrola proizvodnje v obratu	18
2.1.2.1.3.1 Poslovník kakovosti	19
2.1.2.1.3.2 Nivo skladnosti obratovanja (NSO)	28
2.1.2.2 Grafični prikaz sistema za ovrednotenje skladnosti	30
2.1.3 Opis tehnoloških procesov pri izvedbi del.....	32
2.1.4 Podatki o mehanizaciji	32
2.1.4.1 Mehanizacija za prevoz bituminizirane zmesi.....	32
2.1.4.2 Mehanizacija za vgradnjo bituminizirane zmesi.....	32
2.1.4.3 Mehanizacija za zgoščevanje bituminizirane zmesi (valjarji).....	33
2.1.5 Program za ugotavljanje skladnosti preskusov	34
2.1.6 Shema organizacije gradbišča in ureditve prometa	34
2.1.7 Podatki o delovnem osebju in odgovornih delavcih na projektu	35
2.1.8 Določila za deponiranje materiala na gradbišču	35
2.1.8.1 Deponiranje kamnitega materiala	35
2.1.8.2 Deponiranje bitumenskega veziva	35

2.2 Kontrola ravnosti in priprave planuma podlage za asfaltno krovno plast in vezano spodnjo nosilno plast voziščne konstrukcije	36
2.3 Kontrola dokazne proizvodnje in vgradnje	37
2.3.1 Naloge izvajalca v sklopu dokazne proizvodnje in vgradnje.....	37
2.3.2 Program zunanje kontrole v sklopu dokazne proizvodnje in vgradnje	39
2.3.2.1 Kontrola ustreznosti deponij materiala na gradbišču (kot določa tehnološki elaborat).....	39
2.3.2.2 Kontrola prevoza bituminizirane zmesi (kot določa tehnološki elaborat)	39
2.3.2.3 Kontrola proizvedene bituminizirane zmesi	39
2.3.2.3.1 Kontrola temperature proizvedene bituminizirane zmesi v obratu	40
2.3.2.3.2 Kontrola temperature proizvedene bituminizirane zmesi pri vgradnji.....	40
2.3.2.3.3 Kontrola mehanskih in prostorskih značilnosti proizvedene bituminizirane zmesi.....	41
2.3.2.3.4 Kontrola sestave proizvedene bituminizirane zmesi	42
2.3.2.4 Kontrola vgradnje bituminizirane zmesi	43
2.3.2.5 Kontrola vgrajene bituminizirane zmesi.....	44
2.3.2.6 Meritve in kontrole gostote vgrajene bituminizirane zmesi ter umeritev izotopskega merilnika	45
2.4 Kontrola redne proizvodnje in vgradnje.....	45
2.4.1 Naloge izvajalca v sklopu redne proizvodnje in vgradnje	45
2.4.1.1 Preskusi vhodnih materialov	46
2.4.1.2 Preskusi proizvedene bituminizirane zmesi	47
2.4.1.3 Preskusi vgrajene bituminizirane zmesi.....	47
2.4.2 Program zunanje kontrole v sklopu redne proizvodnje in vgradnje.....	48
2.4.2.1 Kontrola ustreznosti deponij materiala na gradbišču (kot določa tehnološki elaborat).....	48
2.4.2.2 Kontrola prevoza bituminizirane zmesi (kot določa tehnološki elaborat)	48
2.4.2.3 Preskusi proizvedene bituminizirane zmesi	48
2.4.2.3.1 Kontrola temperature proizvedene bituminizirane zmesi pri vgradnji.....	48
2.4.2.3.2 Kontrola prostorskih značilnosti proizvedene bituminizirane zmesi	49
2.4.2.3.3 Kontrola sestave proizvedene bituminizirane zmesi	50
2.4.2.4 Kontrola vgradnje bituminizirane zmesi	51

2.4.2.5 Preskusi vgrajene bituminizirane zmesi.....	53
2.5 Meritve torne sposobnosti vozne površine	60
2.6 Ocena kakovosti.....	66
2.7 Kontrola voziščne konstrukcije pred iztekom garancijskega roka	66
3 PRAKTIČNA UPORABA PROGRAMA ZAGOTAVLJANJA KAKOVOSTI	
VOZIŠČNIH KONSTRUKCIJ	67
3.1 Opis odseka hitre ceste Razdrto - Vipava	67
3.2 Opis delovanja notranje kontrole na gradbišču hitre ceste Razdrto - Vipava	68
3.2.1 Kontrola ravnosti planuma podlage za vezano zgornjo nosilno plast voziščne	
konstrukcije.....	68
3.2.2 Kontrola priprave planuma podlage za vezano zgornjo nosilno plast voziščne	
konstrukcije.....	69
3.2.3 Kontrola stabilnosti temeljnih tal	71
3.2.4 Kontrola prevoza bituminizirane zmesi	74
3.2.5 Kontrola vgradnje bituminizirane zmesi	75
3.2.6 Kontrola temperature bituminizirane zmesi pri vgradnji.....	76
3.2.7 Kontrola stikov	77
3.2.8 Kontrola valjanja bituminizirane zmesi.....	78
3.2.9 Kontrola gostote vgrajene in zgoščene bituminizirane zmesi.....	80
3.2.10 Kontrola podajnosti voziščne konstrukcije.....	84
3.2.11 Kontrola torne sposobnosti vozne površine	85
4 SKLEP	86
OPIS POJMOV	89
VIRI	92

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Mejne temperature skladiščenega bitumenskega veziva.....	35
Preglednica 2: Mejne vrednosti odstopanj planuma vgrajenih bituminiziranih zmesi od merilne letve	55
Preglednica 3: Vrednosti količnika vpliva prometne obremenitve k_{pr}	59
Preglednica 4: Korelacije med meritvami gostote z izotopskim merilnikom in meritvami na jedrih.....	82

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Umeritvena premica.....	83
-------------------------------------	----

KAZALO SLIK

Slika 1: Grafični prikaz sistema za ovrednotenje skladnosti.....	31
Slika 2: Merilna letev	56
Slika 3: Profilometer ZAG – VP	57
Slika 4: Deflektograf Lacroix.....	59
Slika 5: Deflektometer Dynatest.....	60
Slika 6: SRT nihalo	62
Slika 7: SCRIM	63
Slika 8: Tester oprijema (Griptester).....	64
Slika 9: Tester trenja PFT (Pavement Friction Tester).....	65
Slika 10: Metoda s peskom.....	66
Slika 11: Neustrezno pripravljen planum podlage za vezano zgornjo nosilno plast.....	69
Slika 12: Široke razpoke na voziščni konstrukciji.....	71
Slika 13: Široke razpoke na voziščni konstrukciji.....	72
Slika 14: Široke razpoke na voziščni konstrukciji.....	73
Slika 15: Slaba sanacija razpoke	74
Slika 16: Termoprekucnik	75
Slika 17: Prekinitev dela finišerja.....	76
Slika 18: Meritve temperature bituminizirane zmesi pri vgradnji.....	77
Slika 19: Priprava stikov	78
Slika 20: Ustavljanje valjarjev na še nezgoščeni bituminizirani zmesi.....	79
Slika 21: Neravnine, ki so nastale zaradi ustavljanja valjarjev	80
Slika 22: Izotopski merilnik tipa Troxler 34411 – B a21	81
Slika 23: Standard za meritve standardnih vrednosti	81
Slika 24: Uporaba dveh različnih bituminiziranih zmesi	84

1 UVOD

Promet na cestah moramo obravnavati kot sistem, v katerem v trajni medsebojni odvisnosti sodelujejo voznik, vozilo in vozna površina. Kot sestavni element ceste naj bi vozna površina zagotavljala v subjektivnem oziru čimbolj varno, udobno in gospodarno vožnjo, v objektivnem oziru pa čimbolj trajno osnovo za premikanje vozil, neodvisno od trenutnih razmer. Na osnovi navedenih značilnosti, ki jih uporabniki v večji ali manjši meri pričakujejo in tudi zahtevajo, ocenjujejo stanje vozniških površin. Na podlagi potovanj po ZDA in zahodni Evropi sem ugotovil, da slovenske voziščne konstrukcije po kakovosti nekoliko zaostajajo za omenjenimi državami. To še zdaleč ne pomeni da imamo v Sloveniji nizko kakovostne ceste, vendar pa je po mojem mnenju možno stanje voziščnih konstrukcij v Sloveniji še izboljšati. V ta namen sem se odločil, da bom v sklopu svoje diplomske naloge skušal izdelati program, ki bo predstavljal celovit pregled nad zahtevami za zagotavljanje kakovosti voziščnih konstrukcij.

Zahteve po višjem nivoju kakovosti voziščnih konstrukcij v Sloveniji temeljijo na naslednjih dejstvih. Slovenska prometna infrastruktura predstavlja eno najpomembnejših cestnih povezav med državami Evropske unije in Balkanom, saj leži na križišču V. in X. koridorja (V. koridor povezuje Lizbono, Benetke in Kijev, X. koridor pa Hamburg, Salzburg in Solun). Zaradi te strateške pozicije se promet čez Slovenijo povečuje, to pa povzroča vedno večje obremenitve naših voziščnih konstrukcij. Prometna obremenitev v Sloveniji se povečuje tudi zaradi dejstva, da se je znatno povečalo število potovanj z osebnimi vozili, ki jih pogojuje današnji način življenja. Samo v letu 2004 smo v Sloveniji zabeležili porast prometa tovornih vozil do 15 % in osebnih vozil do 5 %. Če v fazi gradnje ne bomo zagotovili ustrezne kakovosti voziščnih konstrukcij, lahko povečana prometna obremenitev povzroča hitrejše utrujanje voziščnih konstrukcij in s tem višje stroške investicijskega vzdrževanja. Februarja 2004 je bil sprejet novi nacionalni program za izgradnjo avtocest, ki je nanovo ovrednotil vrednost celotnega avtocestnega omrežja in sicer iz prejšnjih 2,2 milijarde evrov na 5,6 milijarde evrov. Zaradi omenjenih visokih stroškov že v fazi gradnje cest, je smotrno stroške investicijskega vzdrževanja zmanjšati na minimum. Poleg navedenega pa pogosto pozabimo

na bistveno prednost dodatnega zagotavljanja kakovosti voziščih konstrukcij, in sicer na prometno varnost.

Program zagotavljanja kakovosti voziščnih konstrukcij (v nadaljevanju Program) v sklopu te diplomske naloge pokriva vsa področja, ki pomembno vplivajo na kakovost ceste. Moj namen je bil predstaviti vse zahteve, ki naj bi bile zajete v pogodbeni dokumentaciji med izvajalcem del in investitorjem ceste. Te zahteve se nanašajo na naloge notranje kontrole s strani izvajalca voziščne konstrukcije in na naloge zunanje kontrole s strani investitorja voziščne konstrukcije.

V Programu sem posebno pozornost posvetil izdelavi tehnološkega elaborata. To je dokument, ki ga izvajalci gradbenih del v Sloveniji le poredko izdelajo oziroma ga sploh ne. Po mojem mnenju je izdelava tega dokumenta zelo pomembna, saj omogoča celovit vpogled v postopke, ki se bodo izvajali za doseg ciljev ustrezne kakovosti voziščne konstrukcije.

Poleg zagotavljanja kakovosti v fazi gradnje sem v Programu zajel tudi potek vodenja in zagotavljanja kakovosti v proizvodnem obratu (v nadaljevanju obratu). Ta segment zagotavljanja kakovosti opisuje predvsem pridobivanje izjave o skladnosti s strani proizvajalca bituminizirane zmesi (v nadaljevanju proizvajalca). Izjava o skladnosti je bistven dokument, ki omogoča proizvajalcu dati svoj izdelek v promet. Zaradi kompleksnosti postopka in lažjega razumevanja je ta potek ponazorjen tudi v obliki miselnega vzorca, kjer je ustrezno prikazana tudi vloga certifikacijskega organa.

Program ne zajema nobenih trditev oziroma zahtev, ki bi bile v nasprotju z veljavno tehnično regulativo. Na področju kontrole proizvodnje bituminizirane zmesi je republika Slovenija privzela ustrezne harmonizirane standarde, na področju vgrajevanja bituminizirane zmesi pa ustrezne evropske tehnične specifikacije še ne obstajajo, zato sem ta del Programa izdelal predvsem v skladu z osnutkom Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti in pa s Slovenskimi tehničnimi specifikacijami za ceste, ki imajo status nacionalnega standarda. Nekatere merilne naprave za merjenje lastnosti vozne površine kot so torna sposobnost, ravnost in podajnost, Slovenske tehnične specifikacije za ceste podrobno ne obravnavajo, zato sem to vrzel dopolnil z vsebino iz angleških nacionalnih standardov.

Lastnosti vozne površine se v Sloveniji tudi na terenu pomanjkljivo obravnavajo saj se meritve le-teh le redko izvajajo pred prevzemom voziščne konstrukcije. Zato sem v diplomski nalogi to področje še posebej podrobno obdelal, vpliv ustreznih lastnosti vozne površine na kakovost voziščne konstrukcije pa je opisan v naslednjih odstavkih.

Vpliv torne sposobnosti vozne površine na kakovost voziščne konstrukcije

Na osnovi rezultatov obsežnih raziskav lahko štejemo drsenje vozil na mokrih vozniških površinah kot osnovni in glavni vzrok za prometne nesreče. Ugotovljeno je, da je število prometnih nesreč neposredno odvisno od povprečnega števila dni s padavinami. Na podlagi teh spoznanj je potrebno zagotoviti take lastnosti vozne površine, da lahko tudi v spremenjenih pogojih vpliva in posega v varnost vožnje. Ker je varnost vožnje eden od osnovnih pogojev pri gradnji cest, je za izvajalca in za zunanjo kontrolo pomembno vedeti predvsem katere lastnosti odločilno vplivajo na torno sposobnost vozne površine, v kolikšni meri jih je mogoče zagotoviti ter kako se s časom spreminjajo. Poskusi, da bi torno sposobnost mokre vozne površine napovedali neposredno na osnovi značilnosti uporabljenih materialov, so bili doslej neuspešni. Zato so meritve, opisane v Programu ključne za zagotavljanje ustrezne torne sposobnosti vozne površine, saj se lahko na podlagi rezultatov teh meritev po potrebi izvedejo primerni gradbeni ukrepi.

Vpliv ravnosti vozne površine na kakovost voziščne konstrukcije

Vedno hitrejša vozila in gostejši promet postavljajo ravnost kot osnovni element uporabnosti vozniških površin vedno bolj v ospredje. Neravnine na vozniških površinah v veliki meri povzročijo (v odvisnosti od dolžine in amplitude, t.j. geometrije neravnin) mehanična nihanja vozil. Frekvenca teh nihanj je odvisna od hitrosti vožnje, povzročijo pa lahko znatne spremembe obremenitev. Ker je konstrukcija sodobnih težkih tovornih vozil in tudi hitrost vožnje zelo podobna, nastopajo največje obremenitve praviloma vedno na istem mestu na vozniški površini. Zaradi tega se neravnine vedno bolj povečujejo, kar ima za posledico stalno naraščanje obremenitev, tudi največjih, in temu ustrezno preoblikovanje vozne površine. Zaradi neravnin se poslabša tudi odvodnjavanje, kar vpliva na zmanjšanje torne sposobnosti voziščne konstrukcije

Vpliv podajnosti vozne površine na kakovost voziščne konstrukcije

Prometne obremenitve pogojujejo v voziščni konstrukciji prostorsko napetostno stanje: vertikalne, horizontalne (tangencialne in radialne) in strižne napetosti. Sposobnost vozne površine oziroma voziščne konstrukcije da jih prevzame, označujemo kot nosilnost, deformiranje zaradi neustrezne nosilnosti pa podajnost. Optimalna podajnost je zagotovljena le, če voziščna konstrukcija kot celota lahko prevzame prometno obremenitev. Če je npr. zaradi slabe zlepljenosti oziroma zgoščenosti plasti ali nastalih razpok homogenost prekinjena, so obremenitve drugih materialov ustrezno večje, s tem pa pospešeno njihovo utrujanje z vsemi posledicami.

Praktična uporaba Programa zagotavljanja kakovosti voziščnih konstrukcij

Po končanem Programu sem skušal njegovo vsebino preskusiti tudi na terenu in s tem raziskati, kje tičijo pomanjkljivosti pri zagotavljanju kakovosti v praksi. Sodeloval sem v sklopu notranje kontrole nad izvedbo gradbenih del, ki so potekala na odseku hitre ceste Razdrto-Vipava. Deloval sem pod okriljem podjetja Igmata d.d., gradnjo pa je izvajalo podjetje SCT. V času mojega sodelovanja so na omenjenem odseku gradili vezano zgornjo nosilno plast. Namen sodelovanja v notranji kontroli ni bil kritika izvajalca oziroma notranje kontrole, ampak primerjava mojega Programa in dejanskih razmer na gradbišču.

2 PROGRAM ZAGOTAVLJANJA KAKOVOSTI VOZIŠČNIH KONSTRUKCIJ

Uvod

Program se nanaša na bituminizirane zmesi, ki so vgrajene v asfaltno krovno plast in vezano spodnjo nosilno plast voziščne konstrukcije. Program pokriva področje vodenja in organiziranja nadzora nad izvajanjem del, zagotavljanja kakovosti vgrajenih materialov in izvedenih del ter spremljanja stanja investicijskega objekta v garancijski dobi. Vrstni red poglavij določa kronološki potek zagotavljanja kakovosti v sklopu gradnje cest. Ta potek je grafično prikazan v prilogi A te diplomske naloge.

2.1 Kontrola tehnološkega elaborata

Izvajalec gradbenih del (v nadaljevanju izvajalec) mora najmanj sedem dni pred pričetkom vgrajevanja bituminizirane zmesi predložiti organu zunanje kontrole v potrditev tehnološki elaborat, ki mora vsebovati:

- dokazila o ustreznosti materiala za bituminizirane zmesi;
- izjavo o skladnosti predhodne sestave bituminiziranih zmesi za asfaltno krovno plast in vezano spodnjo nosilno plast z zahtevami, opredeljenimi v tehničnih pogojih;
- opis tehnoloških procesov pri izvedbi del;
- podatke o mehanizaciji;
- program za ugotavljanje skladnosti preskusov (obsega notranjo in zunanjo kontrolo, kot je navedeno pri obravnavi redne proizvodnje in vgradnje v tem Programu);
- shemo organizacije gradbišča in ureditve prometa;
- podatke o delovnem osebju in odgovornih delavcih na projektu;

- določila deponiranja materiala na gradbišču.

2.1.1 Dokazila o ustreznosti materiala za bituminizirane zmesi

Pri dokazovanju ustreznosti materiala za bituminizirane zmesi je potrebno upoštevati določila Zakona o gradbenih proizvodih (ZGPro, UL RS št. 52/2000: 6936-6941) in pa Pravilnika o potrjevanju skladnosti in označevanju gradbenih proizvodov (UL RS št. 54/2001: 5645-5649). Omenjeni zakon in pravilnik v celoti povzemata Smernico sveta EGS o gradbenih proizvodih (št. 89/106/EGS, 1988). Proizvajalec, oziroma njegov zastopnik, ki namerava dati v promet gradbeni proizvod, mora zagotoviti, da se ta proizvod pred tem označi z oznako skladnosti CE. Z namestitvijo oznake CE proizvajalec oziroma njegov zastopnik potrdi, da je bila podana izjava o skladnosti gradbenega proizvoda, oziroma izdan ustrezen certifikat o skladnosti. Certifikat o skladnosti izda pristojni certifikacijski organ, izjavo o skladnosti pa proizvajalec. Organ, vključen v potrjevanje skladnosti, je s strani proizvajalca izbran certifikacijski organ, kontrolni organ ali preskuševalni laboratorij, ki mora izpolnjevati določene zahteve. Glede na naloge proizvajalca in naloge organa, vključenega v potrjevanje skladnosti, ločimo naslednje sisteme potrjevanja skladnosti:

1) Certificiranje skladnosti s številčno oznako ravni 1+

a) Naloge proizvajalca

- notranja kontrola proizvodnje in
- nadaljnje preskušanje vzorcev, odvzetih v obratu po predpisanem načrtu preskusov.

b) Naloge organa, vključenega v potrjevanje skladnosti

- začetno tipsko preskušanje gradbenega proizvoda;
- začetno preverjanje obrata in notranje kontrole proizvodnje;
- stalni nadzor, ocena in odobritev notranje kontrole proizvodnje;
- certificiranje skladnosti proizvoda in

- po potrebi, kontrolno preskušanje vzorcev, odvzetih v obratu, na trgu ali na gradbišču.

2) Certificiranje skladnosti s številčno oznako ravni 1

a) Naloge proizvajalca

- notranja kontrola proizvodnje in
- nadaljnje preskušanje vzorcev, odvzetih v obratu po predpisanem načrtu preskusov.

b) Naloge organa, vključenega v potrjevanje skladnosti

- začetno tipsko preskušanje gradbenega proizvoda;
- začetno preverjanje obrata in notranje kontrole proizvodnje;
- stalni nadzor, ocena in odobritev notranje kontrole proizvodnje in
- certificiranje skladnosti proizvoda.

3) Izjava o skladnosti s številčno oznako ravni 2+

a) Naloge proizvajalca

- začetno tipsko preskušanje gradbenega proizvoda;
- notranja kontrola proizvodnje in,
- po potrebi, preskušanje vzorcev, odvzetih v obratu po predpisanem načrtu preskusov.

b) Naloge organa, vključenega v potrjevanje skladnosti

- certificiranje kontrole proizvodnje z začetnim preverjanjem obrata in notranje kontrole proizvodnje in,
- po potrebi, stalni nadzor, ocena in odobritev notranje kontrole proizvodnje.

4) Izjava o skladnosti s številčno oznako 2

a) Naloge proizvajalca

- začetno tipsko preskušanje gradbenega proizvoda;
- kontrola proizvodnje in,
- po potrebi, preskušanje vzorcev, odvzetih v obratu po predpisanem načrtu preskusov.

b) Naloge organa, vključenega v potrjevanje skladnosti

- certificiranje kontrole proizvodnje z začetnim preverjanjem obrata in notranje kontrole proizvodnje.

5) Izjava o skladnosti s številčno oznako 3

- notranja kontrola proizvodnje s strani proizvajalca in
- začetno tipsko preskušanje gradbenega proizvoda, ki ga opravi preskuševalni laboratorij.

6) Izjava o skladnosti s številčno oznako 4

- začetno tipsko preskušanje gradbenega proizvoda, ki ga opravi proizvajalec in
- notranja kontrola proizvodnje s strani proizvajalca.

Preskusi lastnosti vhodnih materialov s strani zunanje kontrole morajo biti izvedeni praviloma samo na osnovi predloženih izjav o skladnosti proizvodov z zahtevami v tehničnih pogojih, ki temeljijo na certifikatih kontrole proizvodnje. Izjave morajo biti priložene tehnološkemu elaboratu, poleg ustreznih izjav pa mora izvajalec priložiti tudi dokazila o izvoru materiala.

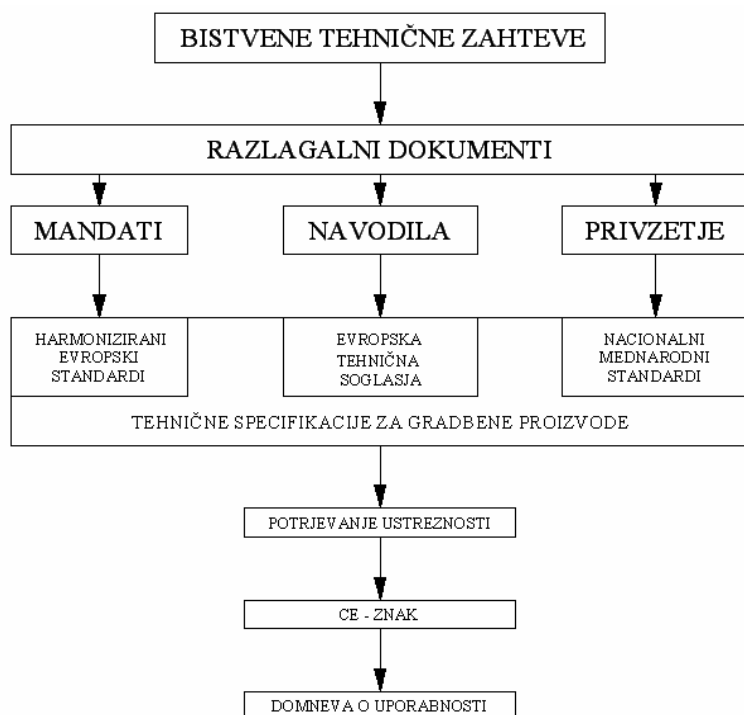
Uporabimo lahko tudi kakšen drug sistem potrjevanja skladnosti gradbenih proizvodov, ki pa mora biti vnaprej določen v pogodbi med naročnikom in izvajalcem gradbenih del.

Gradbeni proizvod ustreza nameravani uporabi in se sme dati v promet, če je skladen :

- z ustreznimi slovenskimi nacionalnimi standardi, ki so nastali s privzetjem harmoniziranih standardov
- z evropskim tehničnim soglasjem
- če tehnične specifikacije iz prejšnjih alinej še niso izdane, s priznanimi nacionalnimi tehničnimi specifikacijami.

Manj pomemben gradbeni proizvod je dovoljeno dati v promet na podlagi proizvajalčeve izjave o usklajenosti s priznanim tehničnim pravilom.

Na naslednji sliki je razviden potek sprejetja ustreznih tehničnih specifikacij in posledično pridobitev oznake CE gradbenega proizvoda.



Slika: Pridobitev CE znaka gradbenega proizvoda (Žnidarič, J., 1994, Grad. vestn., str. 6)

Če ustrezne, zgoraj navedene tehnične specifikacije še niso izdane, se sme dati v promet gradbeni proizvod, če je skladen

- z ustreznimi slovenskimi nacionalnimi standardi,
- s slovenskim tehničnim predpisom ali
- s slovenskim tehničnim soglasjem.

2.1.1.1 Oprema CE oznake skladnosti

»Simbol oznake CE mora biti opremljen

- z imenom ali identifikacijskim znakom proizvajalca in, kjer je potrebno
- z oznakami za identifikacijo lastnosti proizvoda, kjer je potrebno tudi glede na tehnične specifikacije,
- z zadnjima dvema številkama leta proizvodnje, identifikacijskim simbolom vključenega nadzornega organa in
- s številko CE certifikata o skladnosti.«

(Dimic, D., 1994, Gradbeni vestnik, str. 17)

2.1.1.2 Vsebina CE certifikata o skladnosti

»CE certifikat o skladnosti mora vsebovati zlasti

- ime in naslov certifikacijskega organa,
- ime in naslov proizvajalca ali njegovega v Skupnosti stalno bivajočega pooblaščenca,
- opis proizvoda (tip, oznaka, uporaba,...),
- predpise, s katerimi je proizvod usklajen,
- posebne pogoje, ki so vezani na uporabo proizvoda,
- številko certifikata,

- po potrebi pogoje in obdobje veljavnosti certifikata,
- ime in položaj osebe, ki je opolnomočena za podpis certifikata.«

(Dimic, D., 1994, Gradbeni vestnik, str. 17)

2.1.1.3 Vsebina CE izjave o skladnosti

»CE izjava o skladnosti mora vsebovati zlasti

- ime in naslov proizvajalca ali njegovega v Skupnosti stalno bivajočega pooblaščenca,
- opis proizvoda (tip, oznaka, uporaba,...),
- predpise, s katerimi je proizvod usklajen,
- posebne pogoje, ki so vezani na uporabo proizvoda,
- po potrebi ime in naslov imenovanega organa,
- ime in položaj osebe, ki je opolnomočena za podpis izjave v imenu proizvajalca ali njegovega pooblaščenega predstavnika.«

(Dimic, D., 1994, Gradbeni vestnik, str. 17)

2.1.2 Izjava o skladnosti predhodne sestave bituminiziranih zmesi

Predhodna sestava bituminiziranih zmesi mora biti sestavljena iz gradbenega materiala, ki ustreza vsem zahtevam iz poglavja 2.1.1 tega Programa. Za predhodno sestavo bituminiziranih zmesi veljajo enaki sistemi potrjevanja skladnosti, kot za vhodne materiale. Na podlagi osnutka Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti se zahteva potrditev skladnosti, ki mora temeljiti na ravni sistema potrjevanja skladnosti 2+. Če je v pogodbi med izvajalcem del in naročnikom del predvideno drugače, se lahko upošteva tudi višja raven sistema potrjevanja skladnosti. Podobno, kot pri dokazovanju ustreznosti vhodnega materiala iz poglavja 2.1.1 tega Programa, mora tudi pri dokazovanju ustreznosti

sestave bituminiziranih zmesi izvajalec vsa potrebna dokazila priložiti tehnološkemu elaboratu.

2.1.2.1 Postopek pridobitve izjave o skladnosti za bituminizirano zmes

Kot je omenjeno že v prejšnjem poglavju tega Programa, se v cestogradnji za dokazovanje skladnosti proizvedenih bituminiziranih zmesi z ustreznimi tehničnimi specifikacijami uporablja sistem potrjevanja skladnosti 2+. V postopku pridobitve izjave o skladnosti sodelujeta proizvajalec in certifikacijski organ. Kakšne vloge imata v omenjenem postopku je razvidno v naslednjih poglavjih.

2.1.2.1.1 Začetno tipsko preskušanje bituminizirane zmesi

Na področju začetnega tipskega preskušanja bituminizirane zmesi je republika Slovenija privzela harmoniziran standard SIST EN 13108-20:2006 (Bitumenske zmesi – Specifikacije materialov – 20. del: Začetni preskus). Uporaben je v povezavi s produktnimi standardi EN 13108-1 do 7, ki se nanašajo na bitumenski beton, bitumenski beton za zelo lahke plasti, zelo mehak asfalt, vroče valjani asfalt, drobir z bitumenskim mastiksom, liti asfalt in na drenažni asfalt. Standard opisuje del sistema za ovrednotenje skladnosti in se lahko nanaša tudi na druge tipe bituminiziranih zmesi, omenjene v tem Programu, za katere še ne obstajajo harmonizirani standardi (za vezano spodnjo nosilno plast z bitumenskimi vezivi in za vezano zgornjo nosilno plast). Izvedba začetnega tipskega preskušanja bituminizirane zmesi je v procesu, ko se pridobiva izjava o skladnosti s številčno oznako 2+, naloga proizvajalca.

Začetno tipsko preskušanje (v nadaljevanju tipski preskus) se mora v obratu izvesti za vsak tip bituminizirane zmesi, za katero proizvajalec še nima izjave o skladnosti. Za tipski preskus je treba opraviti celoten niz preskusov ali ostalih postopkov, ki določajo uporabnost reprezentativnih vzorcev bituminizirane zmesi. Kadar se za proizvodnjo bituminizirane zmesi uporabljajo vhodni materiali, za katere je dobavitelj že določil lastnosti za ugotovitev skladnosti z ustrežno tehnično specifikacijo, teh lastnosti ni potrebno ponovno preverjati, če

predvidevamo, da je uporabnost vhodnih materialov ostala ista. Izjemo predstavljajo preskusi, ki so opisani v SIST EN 13108-20:2006, dodatek A, ki jih je potrebno še enkrat izvesti tudi v sklopu tipskega preskusa.

Postopek tipskega preskusa je potrebno ponoviti ob prenehanju veljavnosti izjave o skladnosti, ki je praviloma 5 let. V določenih primerih se ta doba tudi skrajša in sicer:

- če se spremeni tip sestave kamnitega materiala:
 - ob spremembi kategorije grobozrnatega agregata po definicijah v SIST EN 13043:2002 (Agregati za bitumenske zmesi in površinske prevleke za ceste, letališča in druge prometne površine) v eni od naslednjih lastnosti: oblika, odstotek drobljenih zrn, odpornost na drobljenje, odpornost na obrabo, odpornost na obrusitev z ježevkami (kjer je to primerno)
 - ob spremembi petrografije
 - ob spremembi gostote delcev večji od 50 kg/m^3

- če se spremeni vir kamnitega agregata
- če se spremeni kategorija zrnivosti
- če se spremeni kategorija oglatosti fino-zrnatega agregata
- če se spremeni mineraloški tip polnila
- če se spremeni tip bitumna.

Zahteve, ki jim morajo ustrezati rezultati tipskega preskusa, so navedene v SIST EN 13108-20:2006, dodatek B. Pristop v tem evropskem standardu za tipski preskus temelji na principu menujev in dovoljuje, da se bituminizirane zmesi ovrednotijo na več različnih načinov. Odločitev za različne načine izvajanja preskusov je odvisna od priprave preskušancev in pogojev izvajanja preskusov (energija zgoščanja, stopnja zgoščenosti, vsebnost votlin), kar je opisano v SIST EN 13108-20:2006, dodatek C. Izbrani preskusi morajo izpolnjevati zahteve, ki se nanašajo na pričakovano uporabo bituminizirane zmesi. V primerih, ko preskusna metoda, opisana v zadevnem standardu iz serije EN 12697, zahteva izvajanje preskusov na

večih preskušancih za en preskusni rezultat, se rezultati v preglednicah dodatka B standardu SIST EN 13108-20:2006, nanašajo le na en preskusni rezultat.

Vrednotenje in priprava preskušancev bituminizirane zmesi poteka v laboratoriju, v proizvodnji, lahko pa tudi v laboratoriju in proizvodnji:

- Izvajanje preskusov v laboratoriju

Pri laboratorijskem ovrednotenju morajo biti preskusi izvedeni na bituminizirani zmesi, pripravljene iz vhodnih materialov, ki morajo biti zmešani v laboratoriju v skladu z SIST EN 12697-35:2005 (Bitumenske zmesi – Preskusne metode za vroče asfaltne zmesi – 35. del: Laboratorijska zmes). Preskušanci, ki so zahtevani za izvajanje preskusov fizikalnih in mehanskih lastnosti bituminizirane zmesi, morajo biti pripravljene v skladu z eno od metod in s stopnjo zgoščenosti, predpisano v dodatku C standardu SIST EN 13108-20:2006.

- Ovrednotenje v proizvodnji

Pri ovrednotenju v proizvodnji mora biti bituminizirana zmes pripravljena v obratu pri standardnih pogojih proizvodnje, nastavljenih tako, da dobimo predvideno predhodno sestavo.

Vzorci za izvajanje preskusov morajo biti pripravljene po enem od naštetih postopkov:

- odvzamejo se reprezentativni vzorci bituminizirane zmesi, nato se preskušanci pripravijo v laboratoriju v skladu z eno izmed metod in stopenj zgoščanja, predpisanih v dodatku C standardu SIST EN 13108-20:2006
- bituminizirano zmes se vgradi v voziščno konstrukcijo kot testno polje, z uporabo običajnih postopkov in prave vgrajevalne mehanizacije. Reprezentativni vzorci se pridobijo iz vgrajene bituminizirane zmesi z žaganjem ali vrtanjem.

Če so vzorci proizvedeni v laboratoriju, so preskusni rezultati pogosto drugačni kot pri vzorcih, ki so proizvedeni v obratu in zgoščeni na gradbišču. To razliko je potrebno

upoštevati pri primerjavi preskusnih rezultatov. Ovrednotenje v proizvodnji ima to prednost, da se kontrolira tudi sama proizvodnja asfaltne zmesi. Tip predhodne sestave v sklopu ovrednotenja v proizvodnji nam dejansko pove, kakšno bituminizirano zmes je mogoče proizvajati v obravnavanem obratu (ciljna izhodna sestava). V laboratoriju se ovrednoti ciljna vhodna sestava, ki ne zagotavlja iste sestave, kot bo proizvedena v obratu. Pri ovrednotenju v proizvodnji mora postopek tipskega preskusa vsebovati tudi dodatne preskuse na vzorcih bituminizirane zmesi za potrditev, da vsebnost bitumna in zrnavost kamnitega agregata ne odstopa preveč od tolerančnih mej, predpisanih v dodatku A standardu SIST EN 13108-21:2006 (Bitumenske zmesi – Specifikacije materialov – 21. del: Kontrola proizvodnje v obratu). S tem je možno že v fazi tipskega preskusa izločiti napake in neskladnosti v proizvodnji, ki bi se sicer pojavile šele v sklopu redne proizvodnje.

Rezultati tipskega preskusa morajo biti predstavljeni v poročilu o tipskem preskusu, ki mora biti del proizvajalčeve izjave o skladnosti. Vsebovati mora naslednje informacije:

- splošno:
 - ime in naslov proizvajalca
 - datum izdaje poročila o tipskem preskusu
 - identifikacijo asfaltne baze
 - tipe bituminiziranih zmesi ter kategorije, katerim te bituminizirane zmesi po izjavi o skladnosti ustrezajo
 - izjavo o preskusnih metodah, ki so bile uporabljene za ovrednotenje bituminiziranih zmesi (laboratorijsko ovrednotenje ali ovrednotenje v proizvodnji) s sklicevanjem na dodatek C standardu SIST EN 13108-20:2006.

- o vhodnih materialih:
 - morebitna že obstoječa dokazila o skladnosti z ustreznimi tehničnimi specifikacijami
 - vir in tip vsake frakcije kamnitega agregata

- tip in vrsto veziva
 - tip in vir polnila
 - tip in vir dodatkov
 - izjavo o dovoljenem območju lastnosti in kontrolnih metodah recikliranega asfalta
 - preskusne rezultate za vse vhodne materiale, ki se nanašajo na dodatek A standardu SIST EN 13108-20:2006.
-
- o predhodni sestavi bituminizirane zmesi:
 - pri uporabi laboratorijskega ovrednotenja mora biti deklarirana ciljna vhodna sestava
 - pri uporabi ovrednotenja v proizvodnji mora biti deklarirana ciljna izhodna sestava.
-
- o temperaturi bituminizirane zmesi:
 - maksimalna in minimalna temperatura bituminizirane zmesi mora biti zabeležena v poročilu o tipskem preskusu v primerih, kjer so za bituminizirano zmes uporabljeni modificirano vezivo, trša vrsta bitumna ali dodatki, ki se razlikujejo od navedenih v tehničnih specifikacijah
-
- o preskusnih rezultatih:
 - preskusne rezultate je potrebno ovrednotiti z vrednostmi, ki so navedene v dodatku B standardu SIST EN 13108-20:2006
 - poročilo o tipskem preskusu in vsa spremljajoča poročila o preskusih morajo vsebovati podrobne opise uporabljenih postopkov izvajanja preskusov, priprave vzorcev ter vzorčenja. Jasno mora biti tudi razvidno, na kateri standard se metode izvajanja preskusov nanašajo.

2.1.2.1.2 Začetni pregled in presoja obrata, kontrole proizvodnje v obratu ter stalni nadzor kontrole proizvodnje v obratu za bituminizirane zmesi

Na področju začetnega pregleda in presoje obrata, kontrole proizvodnje v obratu ter stalnega nadzora kontrole proizvodnje v obratu za bituminizirane zmesi je republika Slovenija privzela harmoniziran standard SIST EN 13108-21:2006 (omenjeno področje je opisano v dodatku B). Standard je uporaben v povezavi s produktnimi standardi SIST EN 13108-1 do 7, ki se nanašajo na bitumenski beton, bitumenski beton za zelo lahke plasti, zelo mehak asfalt, vroče valjani asfalt, drobir z bitumenskim mastiksom, liti asfalt in na drenažni asfalt. Omenjen del sistema za ovrednotenje skladnosti izvaja certifikacijski organ, ki ga imenuje proizvajalec. Imenovani organ je državna ali nedržavna institucija, ki zagotavlja potrebno strokovnost in odgovornost za izvedbo certificiranja kontrole proizvodnje v obratu, skladno z danimi pravili postopanja in upravljanja. Naloge certifikacijskega organa v sklopu pridobivanja izjave o skladnosti s številčno oznako 2+ se nanašajo na začetni pregled kontrole proizvodnje v obratu in na stalni nadzor. Omenjeni nalogi sta opisani v naslednjih poglavjih.

2.1.2.1.2.1 Začetni pregled kontrole proizvodnje v obratu

V sklopu začetnega pregleda je potrebno preveriti, ali je poslovník kakovosti proizvajalca skladen z vsemi zahtevami, ki so podrobneje opisane v poglavju 2.1.2.1.3.1 tega Programa. Certifikacijski organ mora tudi obiskati obrat, pregledati zmogljivosti obrata in preveriti praktično uporabo sistema kontrole proizvodnje v obratu. Če pregled odkrije, da niso izpolnjene vse zahteve v postopkih proizvajalca, je te neskladnosti potrebno zabeležiti. Proizvajalec mora odpraviti take neskladnosti v dogovorjenem časovnem roku, po katerem je potrebno ponoviti preverjanje korektivnih ukrepov.

2.1.2.1.2.2 Stalni nadzor

Certifikacijski organ mora po uspešno opravljenem začetnem pregledu kontrole proizvodnje v obratu obiskati obrat vsaj enkrat letno. Pri tem mora izvesti presojo sistema kontrole

proizvodnje v obratu, pregledati morebitne pritožbe na kakovost bituminizirane zmesi, oceniti skladnost morebitnih sprememb kontrole proizvodnje v obratu s standardom SIST EN 13108-21:2006 in preveriti pravilnost označevanja končnih izdelkov proizvodnje, kot je navedeno v poglavju 2.1.1.1 tega Programa.

V primeru večjih odstopanj proizvajalčeve kontrole proizvodnje v obratu od navedenih smernic v poslovniku kakovosti, mora certifikacijski organ izvesti ponovno polno presojo in pregled po odpravi neskladnosti. Manjša odstopanja, ki še vedno vplivajo na kakovost izdelka, zahtevajo odpravo napak in ponovni pregled prizadetih elementov v določenem časovnem roku. Manjša odstopanja, ki ne vplivajo na kakovost končnega izdelka, pa se lahko odpravijo in potrdijo tudi brez ponovnega pregleda. Če proizvajalec ne odpravi neskladnosti, ne sme dati izdelkov na tržišče. Izdelki, dani na tržišče brez dokazila o odpravi vseh neskladnosti, se ne štejejo kot skladni s standardom SIST EN 13108-21:2006, niti z odgovarjajočim produktnim standardom.

2.1.2.1.3 Proizvajalčeva kontrola proizvodnje v obratu

Na področju kontrole proizvodnje v obratu je republika Slovenija privzela harmoniziran standard SIST EN 13108-21:2006. Uporaben je v povezavi s produktnimi standardi SIST EN 13108-1 do 7, ki se nanašajo na bitumenski beton, bitumenski beton za zelo lahke plasti, zelo mehak asfalt, vroče valjani asfalt, drobir z bitumenskim mastiksom, liti asfalt in na drenažni asfalt. Dokument temelji na določenih zahtevah PSIST ISO/DIS 9001. 2000 (E) (Sistemi vodenja kakovosti – Zahteve), vendar je samostojen in ne zahteva sklicevanja nanj. Kontrola proizvodnje v obratu je stalna kontrola proizvodnega procesa. Pokriva zahteve za izvajanje preskusov, ki zagotavljajo skladnost bituminizirane zmesi z deklariranim obnašanjem v tipskem preskusu. Preskusi obsegajo kontrolo surovin in ostalih vhodnih materialov ali komponent, preskuse opreme, procesa proizvodnje in končnega izdelka. Proizvajalčeva kontrola proizvodnje mora biti dokumentirana v poslovniku kakovosti, proizvajalec pa jo mora ohranjati skozi celotno časovno obdobje veljavnosti izjave o skladnosti.

2.1.2.1.3.1 Poslovník kakovosti

Poslovník kakovosti mora vsebovati:

- Organizacijsko strukturo proizvajalca glede skladnosti in kakovosti

Proizvajalec imenuje osebo s primernimi pooblastili, znanjem in izkušnjami za nadzor kontrole proizvodnje v obratu in za izvajanje in ohranjanje zahtev poslovníka kakovosti (v nadaljevanju predstavnik vodstva). Odgovornosti, pooblastila in medsebojna razmerja vsega osebja, ki vodi, izvaja in potrjuje delo, ki vpliva na skladnost in na kakovost, morajo biti v poslovníku kakovosti določena zlasti za osebje, ki je pooblaščno za začetek preventivnega delovanja proti pojavljanju neskladnosti izdelkov in za identifikacijo ter beleženje kakršnih koli problemov v zvezi s kakovostjo izdelkov. Nadzor kontrole proizvodnje naj vodstvo izvaja vsaj enkrat letno, kot velja tudi za nadzor s strani certifikacijskega organa. Potrebno je voditi tudi zapise o teh pregledih.

- Obvladovanje dokumentov

Obseg in postopek kontrole proizvodnje v obratu, ki jo izvaja proizvajalec, je podrobno opisana v evropskem standardu SIST EN 13108-21:2006. Predstavnik vodstva mora biti seznanjen z vsemi določili, ki jih navaja omenjeni standard, poleg tega pa mora obvladati tudi vsebino produktnih standardov, ki se nanašajo na karakteristike vhodnih materialov, potrebnih za izdelavo bituminizirane zmesi. Vsi produktni standardi in metode izvajanja preskusov morajo biti navedeni v poslovníku kakovosti.

- Kontrolne postopke za vhodne materiale in izdelke dobaviteljev

Za vhodne materiale in izdelke, označene z oznako CE v skladu z odgovarjajočimi harmoniziranimi evropskimi specifikacijami, lahko domnevamo, da imajo lastnosti, navedene z oznako CE. Kljub temu pa se lahko zgodi, da vhodni materiali ne ustrezajo karakteristikam iz produktnih standardov. Proizvajalec mora jamčiti za kakovost proizvedene bituminizirane

zmesi, zato je smotrno, da se izvede vse preskuse, ki jih navaja SIST EN 13108-21:2006, da se izogne reklamacijam s strani izvajalca voziščne konstrukcije. S ponovnimi pregledi vhodnih materialov s strani proizvajalca se tudi zagotavlja, da ne pride do poslabšanja materiala v fazi skladiščenja. Vse vrste preskusov in minimalne pogostosti preskusov vhodnih materialov so opisane v standardu SIST EN 13108-21:2006, poglavje 6, preglednice 3-7, preskusni rezultati pa morajo biti navedeni v poslovniku kakovosti.

- Kontrolo procesov

V sklopu kontrole procesov je potrebno v poslovniku kakovosti navesti naslednje postavke:

- opis toka materialov in z njimi izvajanih procesov od vstopa v obrat do dobave kupcu. Opis naj vsebuje tudi diagram poteka
- izjavo o postopkih, s katerimi se ohranja skladnost s specifikacijami. Vključuje naj postopek nadzora šaržnih navodil
- preglednico za nadziranje obnašanja procesa, ki mora biti izdelana na podlagi najmanjše pogostosti pregledov, kot je navedeno v naslednji preglednici.

Preglednica: Minimalni program pregledov kontrole procesov (2006 (E), SIST EN 13108 – 21. Bitumenske zmesi – Specifikacije materialov – 21. del: Kontrola proizvodnje v obratu, str. 9)

Področje kontrole	Pregled/preskus	Namen	Pogostost
Prekati za hladno doziranje	Kot je določeno v poslovniku kakovosti	Za zagotavljanje pravilnega doziranja obrata	Ob instalaciji, kasneje kot je določeno v poslovniku kakovosti
Vezivo	Temperatura cisterne, penetracija ali točka znehčišča	Za preverjanje skladiščne temperature in preverjanje otrjevanja veziva	Dnevno ali v primeru dvoma
Bituminizirana zmes	Temperatura	Za zagotavljanje skladne temperature	Vsaka šarža ali neprekinjeno

- Zahteve za skladiščenje izdelka in vhodnih materialov

V temu poglavju je že bilo omenjeno, da se v fazi skladiščenja materiala lahko poslabšajo njegove karakteristike. Zato je potrebno v poslovniku kakovosti navesti načrt, kako ohranjati kakovost vhodnega materiala in izdelkov. Prav tako pa je potrebno zagotoviti terminski plan dobave, ki bo omogočal primerne količine vhodnih materialov za zagotovitev načrtovanih količin proizvodnje brez škode na skladnosti bituminizirane zmesi.

- Ohranjanje kakovosti kamnitega materiala

Različne vrste in zrnivosti kamnitega materiala je potrebno dovažati in skladiščiti na tak način, da preprečimo pomešanje, onesnaženje ali poslabšanje, ki lahko vpliva na kakovost bituminizirane zmesi. Da se izognemo pomešanju, je smotno uvesti pregleden način označevanja skladiščnih deponij in silosov.

- Ohranjanje kakovosti bitumenskega veziva

Poslovník kakovosti naj vsebuje bistvene zahteve za skladiščenje bitumenskega veziva, in sicer zahteve za gretje, nadzor temperature v cisterni, zahteve za označevanje cistern in zahteve za nadzor dobave veziva v prave cisterne.

- Ohranjanje kakovosti bituminizirane zmesi

Proizvajalec mora v poslovníku kakovosti opisati lastnosti vročih skladiščnih sistemov in določiti način njihovega delovanja. Proizvajalec, oziroma nadzorno osebje, mora z nadziranjem, pregledi in zapisi zagotoviti pravilno uporabo teh sistemov in ohranjanje primernosti bituminiziranih zmesi za uporabo. Pregledi zajemajo predvsem organoleptično preverjanje bituminizirane zmesi in pa meritve temperature.

V tem sklopu naj poslovník kakovosti vsebuje tudi načrt kontrole prevoznih sredstev bituminizirane zmesi. Pomemben dejavnik je kontrola izolacije vozil. Kontrola se izvaja vizualno, in sicer pred prvo uporabo prevoznega sredstva in pa v primeru dvoma ustreznosti. Druga pomembna kontrola je kontrola čistoče vozil. Tudi ta kontrola poteka vizualno, izvaja pa naj se pri vsakem natovarjanju.

- Kalibracijo in vzdrževanje obrata

V poslovníku kakovosti morajo biti obravnavani vsi deli merilne opreme, ki zahtevajo kalibracijo. Priskrbeti je potrebno kalibracijske postopke iz ustreznih dokumentov, vključno z dovoljenimi tolerancami za merilno opremo. Prav tako je potrebno v poslovníku kakovosti navesti sistem rednega vzdrževanja za vso opremo v obratu. Pogostost vzdrževalnih dejavnosti določajo navodila za vzdrževanje opreme, minimalna pogostost kalibracijskih procesov na merilni opremi pa je navedena v naslednji preglednici .

Preglednica: Zahteve za kalibracijo obrata (2006 (E), SIST EN 13108 – 21. Bitumenske zmesi – specifikacije materialov – 21. del: Kontrola proizvodnje v obratu, str. 11)

Del obrata	Pregled/Preskus	Namen	Najmanjša pogostost
Oprema za tehtanje	Vizualni pregled	Za zagotavljanje pravilnega delovanja opreme za tehtanje	Dnevno
	Preskus natančnosti tehtanja	Za zagotavljanje natančnosti v skladu z zahtevami poslovnika kakovosti	Na instalaciji; Vsako leto; V primeru dvoma; Po obsežnih popravilih
Razdelilniki dodatkov	Organoleptični pregled	Za zagotavljanje pravilnega delovanja razdelilnikov	Prva šarža dneva, ki vsebuje dodatke
	Preskus natančnosti	Za zagotavljanje natančnosti v skladu z zahtevami poslovnika kakovosti	Na instalaciji; Vsako leto; V primeru dvoma; Po obsežnih popravilih
Merilniki pretoka	Primerjava dejanske količine z merjeno količino z uskladitvijo	Za zagotavljanje natančnosti v skladu z zahtevami poslovnika kakovosti	Na instalaciji; Vsako leto; V primeru dvoma; Po obsežnih popravilih
Šaržni serijski sistem (na šaržnih obratih)	Primerjava dejanske mase sestavnih delov šarže s predvideno maso, z uporabo metode, predpisane v poslovniku kakovosti	Za zagotavljanje šaržne natančnosti v skladu z zahtevami poslovnika kakovosti	Na instalaciji; Vsako leto; V primeru dvoma; Po obsežnih popravilih

se nadaljuje...

...nadaljevanje

Del obrata	Pregled/Preskus	Namen	Najmanjša pogostost
Sorazmerni sistem (na kontinuirnih obratih)	Primerjava dejanske mase v merjenem časovnem obdobju s predvideno maso, z uporabo metode, predpisane v poslovniku kakovosti	Za zagotavljanje natančnosti v skladu z zahtevami poslovnika kakovosti	Na instalaciji; Vsako leto; V primeru dvoma; Po obsežnih popravilih
Oprema za nadzorovanje temperature	Vizualno	Za zagotavljanje pravilnega delovanja opreme	Na instalaciji; Vsako leto; V primeru dvoma; Po obsežnih popravilih
	Preskus natančnosti	Za zagotavljanje zapisovanja pravih temperatur	Na instalaciji; Vsako leto; V primeru dvoma; Po obsežnih popravilih

- Zahteve za izvajanje preskusov na bituminizirani zmesi

V poslovniku kakovosti mora biti opisan celoten postopek preskusov, ki zagotavljajo skladnost bituminizirane zmesi s tehničnimi specifikacijami. Preskusi zajemajo direktne preiskave fizikalnih in mehanskih lastnosti bituminizirane zmesi in pa kontrole, ki posredno vplivajo na kakovost bituminizirane zmesi. Med kontrole, ki posredno vplivajo na kakovost bituminizirane zmesi, spadajo predvsem kontrole odmerjanja vhodnih materialov v bituminizirano zmes.

- Direktni preskusi fizikalnih in mehanskih lastnosti bituminizirane zmesi

Preskusi fizikalnih in mehanskih lastnosti bituminiziranih zmesi so v standardu SIST EN 13108-21:2006, dodatek D, opisani kot dodatni v sklopu proizvajalčeve kontrole proizvodnje v obratu. To področje standard obravnava informativno, vendar pa je za proizvajalca smotno

izvajati te preskuse, saj se dobljeni preskusni rezultati deklarirajo in uporabijo za podporo razširjeni validaciji tipskega preskusa. To pomeni, da v primeru izvajanja zgoraj navedenih preskusov proizvajalcu ni potrebno ponovno izvajati tipskega preskusa (po izteku veljave izjave o skladnosti po petih letih).

Vzorčenje se izvede skladno s SIST EN 12697-27:2000 (Bituminizirane zmesi – Postopki za preskuse vročih zmesi – 27. del: Odvzem vzorcev) tako, da se zagotovi dovolj preskušancev za zahtevane preskuse. V vseh primerih morajo biti preskušanci pripravljene povsem enako kot tisti, ki so bili uporabljeni v začetnem tipskem preskusu, kar še posebej velja za zgoščevanje preskušancev. V vseh primerih mora biti uporabljen tudi isti postopek izvajanja preskusov kot pri tipskem preskusu.

Preskusne rezultate je potrebno zabeležiti v primernih poročilih o izvajanju preskusov. Poleg informacij o uporabljenem postopku izvajanja preskusov je potrebno v tem poročilu navesti še informacije o šarži, iz katere je bil vzorec odvzet. Smernice za pogostost in obseg izvajanja preskusov so navedene v dodatku D standardu SIST EN 13108-21:2006.

- Posredni preskusi lastnosti bituminizirane zmesi

V poslovniku kakovosti je potrebno opisati, kako pogosto se bodo izvajali preskusi odstopanj obravnavane bituminizirane zmesi od ciljne sestave bituminizirane zmesi. Obstajajo trije nivoji pogostosti izvajanja preskusov, in sicer x, y in z. Nivo z predstavlja najmanjšo pogostost izvajanja preskusov, ki se mora izvajati ob vseh okoliščinah. Nivoja x in y določata večje pogostosti izvajanja preskusov, ki so lahko primerne, kjer je zaželeno višja stopnja zaupanja v skladnost izdelka z začetnim tipskim preskusom. V vseh primerih je pogostost izvajanja preskusov spremenljiva in se povečuje z nižanjem izmerjenega nivoja skladnosti obratovanja. To je v skladu z načelom zmanjševanja tveganja bodoče neskladnosti bituminizirane zmesi (način določanja minimalne pogostosti izvajanja preskusov v odvisnosti od izmerjenega nivoja skladnosti obratovanja in izbranega nivoja pogostosti izvajanja preskusov je podrobno opisan v poglavju 2.1.2.1.3.2).

Preskušance, na katerih je potrebno dokazati skladnost sestave s ciljno sestavo bituminizirane zmesi, je potrebno vzorčiti v skladu s standardom SIST EN 12697-27:2000 in EN 12697-28:2002 (Bituminizirane zmesi – Postopki za preskuse vročih zmesi – 28. del: Priprava vzorcev za določitev deleža bitumna, kamnitih zrn in vode). Tem vzorcem je potrebno določiti zrnavost in delež veziva. Preskusne rezultate je potrebno oceniti glede skladnosti s kriteriji, ki so navedeni v naslednji preglednici. Ti rezultati se razporedijo kot skladni ali neskladni.

Preglednica: Dovoljena odstopanja v absolutnih odstotkih za oceno skladnosti proizvodnje (2006 (E), SIST EN 13108 – 21. Bitumenske zmesi – Specifikacije materialov – 21. del: Kontrola proizvodnje v obratu, str. 17)

Odstotek presejka ^a	Vzorci bituminizirane zmesi, preiskani na podlagi metode posameznega rezultata					Vzorci bituminizirane zmesi, preiskani na podlagi metode srednje vrednosti štirih rezultatov				
	Vrsta preskusa	Fino zrnate zmesi	Grobo zrnate zmesi	Liti asfalt	Vroč valjani asfalt		Fino zrnate zmesi	Grobo zrnate zmesi	Liti asfalt	Vroč valjani asfalt
Fino zrnati					Grobo zrnati	Fino zrnati				Grobo zrnati
D	-8 +5	-9 +5	-8 +5	-8 +5	-9 +5	± 4	± 5	± 4	± 4	± 5
D/2 ali značilno grobo sito	± 7	± 9	± 8	± 7	± 9	± 4	± 4	± 4	± 3	± 4
2 mm	± 6	± 7	± 8	± 5	± 7	± 3	± 3	± 3	± 2	± 3
Značilno fino sito ^c	± 4	± 5	-	± 4 ^b	± 5	± 2	± 2	-	± 2	± 3
0,063 mm	± 2	± 3	± 4	± 2	± 3	± 1	± 2	± 2	± 2	± 2

se nadaljuje...

...nadaljevanje

Vrsta preskusa	Vzorci bituminizirane zmesi, preiskani na podlagi metode posameznega rezultata					Vzorci bituminizirane zmesi, preiskani na podlagi metode srednje vrednosti štirih rezultatov				
	Fino zrnate zmesi	Grobo zrnate zmesi	Liti asphalt	Vroče valjani asphalt		Fino zrnate zmesi	Grobo zrnate zmesi	Liti asphalt	Vroče valjani asphalt	
				Fino zrnati	Grobo zrnati				Fino zrnati	Grobo zrnati
Delež topnega veziva	± 0,5	± 0,6	± 0,5	± 0,6	± 0,6	± 0,3	± 0,3	± 0,25	± 0,25	± 0,3

^a Dovoljeno odstopanje -2% velja za zahtevo 100% presejka na 1,4 D.

^b Za vroče valjane asphaltne zmesi (HRA) z D = 4 mm in manj, naj bo dovoljeno odstopanje za značilno fino sito ± 10 %.

^c Sito D/2 ni primerno za vse zmesi. Alternativno je lahko za vsak izdelek določena v produktnem standardu velikost sita, ki je posebej pomembna za okarakteriziranje materiala.

- Postopke za rokovanje z neskladnostmi

Proizvajalec mora uvesti in ohranjati dokumentirane postopke za zagotovitev preprečevanja uporabe in vgradnje izdelkov, ki niso skladni z določenimi zahtevami. Ta kontrola naj obsega identifikacijo, vrednotenje in odstranitev neskladnega izdelka. Vso ravnanje mora biti zapisano in obstajati mora sistem za obveščanje uporabnikov, kadar razpošiljanja neskladnega izdelka ni bilo mogoče preprečiti.

Neskladnosti se lahko pojavijo v fazi skladiščenja vhodnih materialov, pri procesu proizvodnje proizvoda ali ob skladiščenju, oziroma dobavi proizvoda. V primeru, da je ugotovljen neskladen material, izdelek ali proces, je potrebno izvesti preiskave, ki določijo vzroke za neskladnosti, in sprožiti učinkovito korektivno delovanje za preprečitev pojavljanja problema v skladu s postopki, dokumentiranimi v poslovniku kakovosti.

2.1.2.1.3.2 Nivo skladnosti obratovanja (NSO)

Nivo skladnosti obratovanja je merilo splošnega stanja kontrole proizvodnega procesa, ki je odvisno od kakovosti proizvodnega procesa. Pove nam, v kolikšni meri so določeni parametri proizvedene bituminizirane zmesi skladni z zahtevanimi parametri, ki so bili predhodno določeni pri predhodni sestavi bituminizirane zmesi v sklopu tipskega preskusa. Izvedenih mora biti 32 preskusov, pri katerih je potrebno kontrolirati 6 parametrov bituminizirane zmesi, ki so navedeni v prejšnji preglednici. V tej preglednici so prikazana tudi dovoljena odstopanja od teh parametrov v odstotkih, ki jim morajo ustrezati odstopanja na podlagi preskusov. Preskus je v celoti razporejen med neskladne, če je katerokoli odstopanje poljubnega parametra izven dovoljenih meja. Ta dovoljena odstopanja vključujejo tolerance zaradi natančnosti vzorčenja in izvajanja preskusa.

Nivo skladnosti obratovanja se določi bodisi po metodi posameznega rezultata bodisi po metodi srednje vrednosti štirih rezultatov. Upoštevati je potrebno, da je lahko v obratu naenkrat v uporabi le ena metoda. Pri metodi posameznega rezultata se obravnava vsak preskus posebej, pri metodi srednje vrednosti štirih rezultatov pa se na vsakem vzorcu izvedejo štiri preskusi in se nato upošteva srednja vrednost teh preskusov. V obeh primerih se izvede 32 preskusov, s tem da pri metodi posameznega rezultata preiskujemo 32 vzorcev, pri metodi srednje vrednosti štirih rezultatov pa 8 vzorcev. Omeniti je še potrebno, da je v primeru, ko je pri uporabi metode posameznega rezultata več kot 8 preskusnih rezultatov neskladnih, potrebno takoj obširno preveriti proizvodni proces v obratu. Nivo skladnosti obratovanja obsega tri nivoje, in sicer nivo A, B in C, pri katerih nivo C predstavlja najnižjo skladnost obratovanja v obratu. Omenjene vrednosti je potrebno odčitati iz naslednje preglednice.

Preglednica: Določanje nivoja skladnosti obratovanja proizvodnega obrata (2006 (E), SIST EN 13108 – 21. Bitumenske zmesi – Specifikacije materialov – 21. del: Kontrola proizvodnje v obratu, str. 18)

Število neskladnih vzorcev, preiskanih s pomočjo metode posameznega rezultata	Število neskladnih vzorcev, preiskanih s pomočjo metode srednje vrednosti štirih rezultatov	Nivo skladnosti obratovanja NSO
0 do 2	0	A
3 do 6	1	B
> 6	≥ 2	C

Poleg tega, da nam nivo skladnosti obratovanja poda merilo splošnega stanja proizvodnega procesa, lahko z njegovo pomočjo določimo tudi minimalno pogostost kontrole dovoljenih odstopanj količin vhodnega materiala v bituminizirani zmesi od predvidenih količin, določenih v tipskem preskusu. Pri zagonu novega obrata ali po preselitvi se privzame pogostost izvajanja preskusov na podlagi nivoja skladnosti obratovanja C, dokler ni opravljenih prvih 32 preskusov. Pogostost izvajanja preskusov se nato določi glede na skladnost le-teh. Po prekinitvi delovanja obrata za tri mesece ali več, ali po večjem popravilu oziroma remontu, se nivo skladnosti obratovanja zniža za eno stopnjo in se ne spremeni, dokler ni na voljo novih 32 preskusnih rezultatov iz novega zaporedja obratovanja. Ta spremenljiva pogostost izvajanja preskusov je namenjena omejitvi tveganja neprepoznavnosti neskladnih izdelkov in za zagotavljanje hitrega reagiranja na porast neskladnih izdelkov. Konkretno vrednosti, ki določajo minimalno pogostost izvajanja preskusov, so navedene v naslednji preglednici. Povejo nam, na koliko proizvedenih ton bituminizirane zmesi je potrebno izvesti preskus. Upoštevati je potrebno, da se vrednosti v preglednici pomnožijo s faktorjem 4, če za določitev nivoja skladnosti obratovanja uporabimo metodo srednje vrednosti štirih rezultatov.

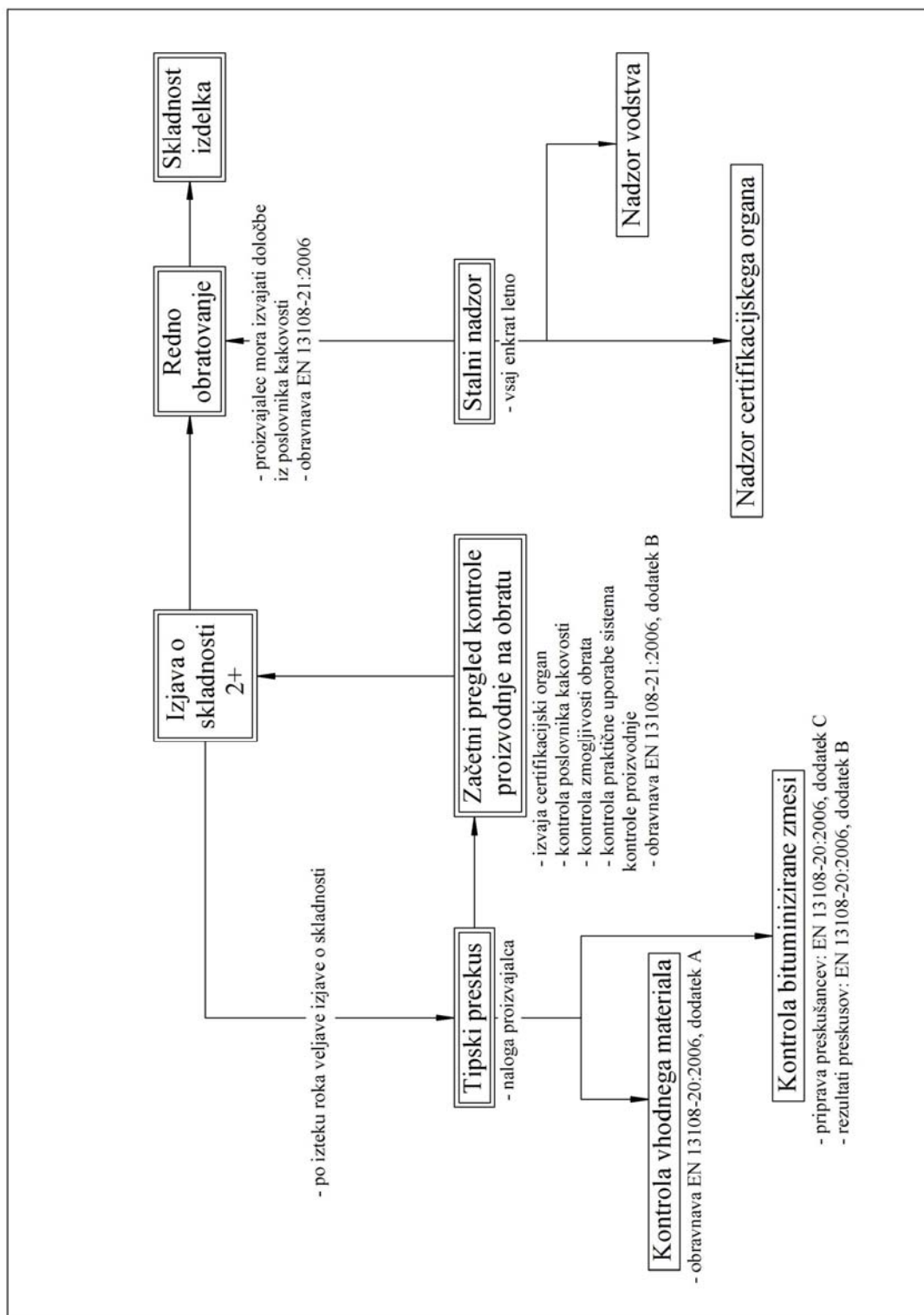
Preglednica: Minimalna pogostost izvajanja preskusov na končnih izdelkih [t·preskus] (2006 (E), SIST EN 13108 – 21. Bitumenske zmesi – Specifikacije materialov – 21. del: Kontrola proizvodnje v obratu, str. 18)

Nivo pogostosti izvajanja preskusov	Nivo skladnosti obratovanja A	Nivo skladnosti obratovanja B	Nivo skladnosti obratovanja C
x	600	300	150
y	1000	500	250
z	2000	1000	500

Dodatno za delujoče obrate je potrebno najmanj eno izvajanje preskusa na pet obratovalnih dni.

2.1.2.2 Grafični prikaz sistema za ovrednotenje skladnosti

V cestogradnji se za proizvedeno bituminizirano zmes zahteva izjava o skladnosti s številčno oznako 2+. Postopek pridobitve izjave o skladnosti zajema tipski preskus, začetni pregled kontrole proizvodnje v obratu in stalni nadzor proizvodnje. Omenjeni procesi so grafično prikazani na sliki 1.



Slika 1: Grafični prikaz sistema za ovrednotenje skladnosti

2.1.3 Opis tehnoloških procesov pri izvedbi del

Izvajalec mora v tehnološkem elaboratu predložiti podroben opis posamezne faze izvedbe del, v odvisnosti od tehnološkega postopka.

2.1.4 Podatki o mehanizaciji

Izvajalec mora navesti osnovne podatke o strojih, transportnih sredstvih in opremi (vrsta, izvor, kapaciteta), ki jih bo uporabil v zvezi z gradnjo asfaltne krovne plasti ali spodnje vezane nosilne plasti z bitumenskim vezivom.

2.1.4.1 Mehanizacija za prevoz bituminizirane zmesi

Za prevoz bituminizirane zmesi je treba uporabiti ustrezna vozila – praviloma prekucnike, opremljene za zvrčanje nazaj (v finišer) in s primerno zaščito za bituminizirano zmes pred padavinami, hlajenjem in onesnaženjem. Notranje površine (stranice in dno) kovinskih kesonov tovornih vozil je potrebno pred natovarjanjem bituminizirane zmesi pobrizgati s sredstvom za preprečitev zlepljenja (na bazi mil, rastlinskih olj ali drugih netopil), ki ne deluje škodljivo na bituminizirano zmes. Posebej ugodni so termo prekucniki, ki imajo vgrajene izolirane kesone. Pri spremenjenih vremenskih razmerah na gradbišču je v takih kesonih možno hraniti bituminizirano zmes tudi nekaj ur.

2.1.4.2 Mehanizacija za vgradnjo bituminizirane zmesi

Vgrajevanje bituminizirane zmesi mora praviloma biti strojno, z razdelilnikom (finišerjem), ki poleg razprostiranja izvaja tudi delno zgoščevanje bituminizirane zmesi. Stopnja zgoščenosti, ki jo mora razdelilnik doseči, je najmanj 85 % referenčne gostote laboratorijskega preskušanca. Obstajajo tudi finišerji s podvojenimi gredmi in vibracijskimi ploščami, ki dosežejo stopnjo zgoščenosti tudi do 95 % referenčne gostote. Taki finišerji se na slovenskih

gradbiščih niso dobro obnesli, saj je prihajalo do prekomernega izrivanja bitumenskega veziva iz bituminizirane zmesi. Z vgrajevalnim strojem mora biti zagotovljena enakomerna sestava razprostrte bituminizirane zmesi.

2.1.4.3 Mehanizacija za zgoščevanje bituminizirane zmesi (valjarji)

Izbrana vrsta in število valjarjev ter način zgoščevanja mora zagotoviti čim bolj enakomerno gostoto oziroma zgoščenost bituminizirane zmesi v vsej projektirani širini vozišča. Uporabljajo se lahko različni valjarji (statični, vibracijski, valjarji z gumijastimi kolesi, kombinirani in z različnimi masami). Valjarji morajo imeti vgrajen sistem za močenje koles z vodo ali drugim sredstvom za preprečitev lepljenja bituminizirane zmesi na kolesa. Uporaba naftnih derivatov za močenje koles ni dovoljena.

Ker se valj v manj zgoščeno zmes bolj pogreza kot v bolj zgoščeno, je naležni pritisk v začetku zgoščevanja manjši in z zgoščevanjem postopoma narašča. Valji z manjšim polmerom so torej bolj učinkoviti, vendar pa v večji meri narivajo asfaltne zmesi pred seboj in s tem ustvarjajo neravnine.

Največjo stopnjo zgoščenosti lahko dosežemo z vibracijskimi valjarji, vendar zaradi tresljajev povzročajo vzdolžne in prečne razpoke pri visokih temperaturah in drobljenje zrn pri nizkih temperaturah. Alternativo vibracijskim valjarjem predstavljajo oscilacijski valjarji, pri katerih se zrna ne drobijo tudi pri najtanjših plasteh, zato so še posebej ugodni za zgoščevanje bituminizirane zmesi na premostitvenih objektih. Na strmih nagibih je najbolj smotrno uporabljati valjarje na pnevmatikah.

Če se za zgoščevanje bituminizirane zmesi nameravajo uporabiti vibracijski valjarji, je na take valjarje mogoče montirati merilno opremo, ki omogoča kontinuirano meritev zgoščenosti. Merilna oprema deluje na principu, da se prenos energije z merilnega kolesa valjarja v zgoščeni material povečuje z naraščanjem togosti podlage. Možnost uporabe takega merilnega valjarja je povsod tam, kjer se lahko uporabljajo vibracijski valjarji, problem se pojavi le v ostrih krivinah, kjer merilna oprema ne daje kredibilnih rezultatov.

Problem merilnih valjarjev je v tem, da je parametre frekvenco, amplitudo in hitrost valjanja težko določiti. Pri velikih amplitudah so učinki zgoščevanja in globine meritev večji, povečana pa je tudi nevarnost drobljenja zrn oziroma razrahljanja materiala v vrhnjem delu plasti in bandaža (jeklen obroč kolesa na valjarju) prej teži k poskakovanju kot pri majhnih amplitudah. Pri inteligentnih valjarjih z elektronskim merilnim in krmilnim sistemom se omenjeni parametri valjarja nastavijo samodejno, odvisno od vrste in stanja vgrajenega materiala. V Sloveniji so se do zdaj ti valjarji izkazali za neefektivne.

2.1.5 Program za ugotavljanje skladnosti preskusov

Izvajalec mora v tehnološkem elaboratu predložiti program povprečne pogostosti kontrole, ki mora biti izdelan na osnovi določene pogostosti preskusov, opredeljenih v poglavju 2.4 tega Programa. Ko predstavnik zunanje kontrole program povprečne pogostosti kontrole potrdi, je opredeljena pogostost izvajanja preskusov. Glede na rezultate preskusov v sklopu dokazne proizvodnje in vgradnje je še mogoče korigirati obseg kontrole.

2.1.6 Shema organizacije gradbišča in ureditve prometa

Predložena dokumentacija o organizaciji gradbišča mora zagotavljati nemoteno izvedbo del po terminskem planu. V primeru, ko je za ustrezno izvedbo del potrebno zagotoviti delno ali popolno zaporo za promet, morajo biti tehnološkemu elaboratu priložena vsa ustrezna dovoljenja upravnega organa za zaporo. V izjemnih primerih zadostuje kot dokazilo vloga izvajalca del upravnemu organu za dovolitev zapore. Na vgrajeno asfaltno krovno plast je mogoče pripustiti promet šele, ko se je bituminizirana zmes v sredini plasti ohladila na približno 30 °C. Nadzornik lahko določi tudi drugačne pogoje za pripustitev prometa (npr. uporabo nizkotemperaturne bitumenske zmesi).

2.1.7 Podatki o delovnem osebju in odgovornih delavcih na projektu

Za pravočasno preveritev strokovne usposobljenosti mora izvajalec predložiti natančen spisek odgovornih in strokovnih delavcev na gradbišču.

2.1.8 Določila za deponiranje materiala na gradbišču

2.1.8.1 Deponiranje kamnitega materiala

Če izvajalec del pred proizvodnjo bituminiziranih zmesi začasno uskladišči zmesi kamnitih zrn, mora biti prostor za to predhodno primerno pripravljen in praviloma zaščiten pred padavinami (vsaj za frakciji peska in drobnega drobirja). Zmes kamnitih zrn mora biti skladiščena po frakcijah na deponijah ali silosih, tako da ne more priti do medsebojnega mešanja. Kamena moka mora biti skladiščena v suhem stanju v zaprtem prostoru.

2.1.8.2 Deponiranje bitumenskega veziva

Cisterne za skladiščenje bitumna morajo biti opremljene z napravami za posredno segrevanje in s termometrom. Priporočene mejne temperature cestogradbenega bitumna, skladiščene v cisterni, so v odvisnosti od tipa bitumna prikazane v preglednici 1.

Preglednica 1: Mejne temperature skladiščene bitumenskega veziva

Tip bitumna	Minimalna temperatura [°C]	Maksimalna temperatura [°C]
20/30	170	190
30/45	160	180

se nadaljuje...

...nadaljevanje

Tip bitumna	Minimalna temperatura [°C]	Maksimalna temperatura [°C]
50/70	150	170
70/100	140	160
100/150	135	155
160/220	130	150

Pri skladiščenju je tudi v najmanjši možni meri potrebno uporabljati sredstva za preprečitev zlepljenja bituminizirane zmesi s kovino.

2.2 Kontrola ravnosti in priprave planuma podlage za asfaltno krovno plast in vezano spodnjo nosilno plast voziščne konstrukcije

Ravnost kontroliramo po postopku z merilno letvijo. To je postopek za meritev odstopanja od ravne referenčne linije med dvema točkama na vozni površini. Osnovni postopki meritev vgrajenih asfaltnih plasti so prečno na smer osi ceste, vzdolžno – v smeri osi ceste in v poljubni smeri na os ceste. Postopek meritev ravnosti je opredeljen v SIST EN 13036-7:2004 (Značilnosti cestnih in vzletnih površin – Preskusne metode – 7. del: Merjenje nepravilnosti na cestnih, vzletnih in drugih voziščih: preskus z merilno letvijo) in v TSC 06.610. (2003, Lastnosti vozniških površin: Ravnost)

Planum podlage za bituminizirane zmesi, vgrajene v asfaltno krovno plast in vezano spodnjo nosilno plast, mora biti raven. Odstopanje planuma podlage pod 4 m dolgo merilno letvijo sme (v poljubni smeri) znašati v primeru nadgradnje z obrabno plastjo do 10 mm, z vezano zgornjo nosilno plastjo do 15 mm in z vezano spodnjo nosilno plastjo do 20 mm.

Z meritvami vzdolžno – v smeri osi ceste in pa prečno na smer osi ceste je potrebno določiti dejanski vzdolžni in prečni nagib. Višino oziroma niveleto posameznih merilnih mest na

planumu je treba določiti z niveliranjem. Planum sme na poljubnem mestu odstopati od projektirane kote za največ ± 10 mm (za vezano spodnjo nosilno plast velja maksimalno odstopanje od projektirane kote + 10 mm in – 15 mm), oziroma zgrajeni nagib lahko odstopa od projektiranega za največ 0,4 % absolutne vrednosti projektiranega nagiba. Če so ugotovljena večja odstopanja in/ali so zaznavne druge pomanjkljivosti, je potrebno takšne pomanjkljivosti odpraviti pred nadgradnjo s plastmi asfaltne krovne plasti oz. vezane spodnje nosilne plasti.

Za zagotovitev zlepljenosti plasti, je potrebno izvesti pobrizg podlage z bitumensko emulzijo. Količina pobrizga je odvisna od stanja podlage in jo je treba prilagoditi vsakemu stanju posebej. Informativna količina pobrizga znaša 0,3 do 0,5 kg/m².

Pobrizg podlage mora biti praviloma izveden strojno in pravočasno, tako da je omogočeno, da voda, oziroma sredstvo za redčenje, pred pričetkom vgrajevanja bituminizirane zmesi izhlapi. Izjema je podlaga za obrabno plast iz litega asfalta, ki ne sme biti pobrizgana.

2.3 Kontrola dokazne proizvodnje in vgradnje

2.3.1 Naloge izvajalca v sklopu dokazne proizvodnje in vgradnje

Pri dokazni proizvodnji in vgradnji mora izvajalec dokazati ustreznost navedb, ki jih je predložil v okviru tehnološkega elaborata, in sicer:

- ustreznost predhodne sestave bituminizirane zmesi za asfaltno krovno plast in vezano spodnjo nosilno plast
- ustreznost vgradnje in prevoza bituminizirane zmesi za asfaltno krovno plast in vezano spodnjo nosilno plast (kot je opisano v tehnološkem elaboratu)
- ustreznost deponij materiala na gradbišču (kot je opisano v tehnološkem elaboratu).

Glede na to, da osnutek Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti ne predvideva niti zunanje niti notranje kontrole na področju vhodnih materialov v fazi dokazne proizvodnje in vgradnje, bi bilo smotrno v pogodbeno dokumentacijo vključiti notranjo kontrolo vhodnega materiala že v fazi dokazne proizvodnje in vgradnje. Če bi bilo ugotovljeno v fazi redne vgradnje, da material kljub dokazilom o skladnosti s tehničnimi specifikacijami ni ustrezen, bi bilo potrebno že zgrajeno plast voziščne konstrukcije porušiti.

Vzorce je potrebno odvzeti v obratu za proizvodnjo bituminiziranih zmesi, izvedeni morajo biti naslednji kontrolni preskusi lastnosti osnovnih materialov, tj. zmesi kamnitih zrn in bitumenskega veziva:

- zmes kamnitih zrn:
 - kamena moka:
 - sestava zmesi zrn
 - pesek:
 - sestava zmesi zrn
 - delež drobnih zrn
 - modul zrnivosti (izračun)
 - drobir, prod:
 - sestava zmesi zrn
 - delež drobnih zrn
 - oblika zrn (razmerje 1 : 3)
- bitumensko vezivo:
 - penetracija pri 25 °C
 - zmehčišče po postopku PK
 - indeks penetracije (izračun)

Proizvajalec mora pri dokazni proizvodnji proizvajati bituminizirano zmes najmanj pol ure oziroma mora proizvesti najmanj 50 t bituminizirane zmesi. Dokazno proizvodnjo je potrebno ponoviti ob vsaki spremembi uporabljenih materialov za sestavo bituminiziranih zmesi ali ob spremembi mehanizacije. Praviloma mora biti izvedena na delu gradbišča, kjer je po projektni

dokumentaciji predvideno vgrajevanje istovrstne bituminizirane zmesi. Če to ni mogoče, mora biti preskusno polje izvedeno z isto vgrajevalno mehanizacijo na drugem gradbišču.

2.3.2 Program zunanje kontrole v sklopu dokazne proizvodnje in vgradnje

Kontrolo v sklopu dokazne proizvodnje in vgradnje izvede inštitucija, ki je pristojna za zunanjo kontrolo. Izraz zunanja kontrola vključuje dejavnosti inštitucije, namenjene nadzoru nad notranjo kontrolo izvajalca, ki vodijo k potrditvi skladnosti gradbenega proizvoda. Za razliko od redne proizvodnje in vgradnje mora v sklopu dokazne proizvodnje in vgradnje organ zunanje kontrole izvesti določene preskuse tudi v obratu, in sicer v sklopu poglavja 2.3.2.3.

2.3.2.1 Kontrola ustreznosti deponij materiala na gradbišču (kot določa tehnološki elaborat)

2.3.2.2 Kontrola prevoza bituminizirane zmesi (kot določa tehnološki elaborat)

2.3.2.3 Kontrola proizvedene bituminizirane zmesi

Za proizvodnjo bituminizirane zmesi je treba praviloma uporabiti mešalne naprave s šaržnim postopkom, pri katerem mora biti s tehtanjem zagotovljena točna odmera količine frakcij kamene moke ter vročih kamnitih zrn in bitumenskega veziva. Mešalne naprave s kontinuiranim načinom mešanja (bobenski mešalnik) je dovoljeno uporabiti za proizvodnjo bituminiziranih zmesi za obrabne plasti samo v primeru, ko se pri dokazni proizvodnji in vgradnji dokaže skladnost kakovosti proizvedene bituminizirane zmesi z zahtevano.

2.3.2.3.1 Kontrola temperature proizvedene bituminizirane zmesi v obratu

Bituminizirane zmesi za asfaltne krovne plasti in vezane spodnje nosilne plasti morajo biti proizvedene po vročem postopku. Temperatura mešanja bituminizirane zmesi zavisi od vrste uporabljenega veziva. Priporočene in najvišje temperature bituminizirane zmesi pri proizvodnji so navedene v naslednji preglednici.

Preglednica: Temperatura proizvedene bituminizirane zmesi v odvisnosti od tipa uporabljenega bitumenskega veziva (Žmavc J., 2006, Smernice in tehnični pogoji za graditev asfaltnih krovnih plasti (osnutek), str. 19)

Tip bitumna	Priporočena temperatura proizvedene bituminizirane zmesi [°C]	Najvišja temperatura proizvedene bituminizirane zmesi [°C]
B 160/220	140 ± 10	165
B 100/150	145 ± 10	170
B 70/100	150 ± 10	175
B 50/70	160 ± 10	180
B 30/45	170 ± 10	190

2.3.2.3.2 Kontrola temperature proizvedene bituminizirane zmesi pri vgradnji

Meritev temperature proizvedene bituminizirane zmesi na mestu vgradnje mora biti izvedena po SIST EN 12697-13:2002 (Bituminizirane zmesi – Postopki za preskuse vročih zmesi – 13. del: Meritev temperature). Najnižja in priporočena temperatura bituminizirane zmesi sta glede na vrsto uporabljenega veziva za proizvodnjo opredeljeni v naslednji preglednici.

Preglednica: Optimalna in najnižja temperatura bituminizirane zmesi pri vgradnji (Žmavc J., 2006, Smernice in tehnični pogoji za graditev asfaltnih krovnih plasti (osnutek), str. 20)

Tip bitumna	Priporočena temperatura bituminizirane zmesi pri vgradnji [°C]	Najnižja temperatura bituminizirane zmesi za vgrajevalnim strojem [°C]
B 160/220	130 ± 10	110
B 100/150	135 ± 10	115
B 70/100	140 ± 10	120
B 50/70	150 ± 10	130
B 35/50	160 ± 10	140

2.3.2.3.3 Kontrola mehanskih in prostorskih značilnosti proizvedene bituminizirane zmesi

- stabilnost in togost bituminizirane zmesi pri 60 °C
- prostorska masa bituminizirane zmesi (preskušancev po Marshallu pri 25 °C)
- vsebnost celokupnih votlin v bituminizirani zmesi
- vsebnost votlin v zmesi kamnitih zrn (izračun)
- zapoljenost v zmesi kamnitih zrn z vezivom (izračun)

Podatke o mehanskih in prostorskih lastnosti proizvedene bituminizirane zmesi je potrebno dobiti s preskusom v laboratoriju pripravljenih preskušancev. Te je treba pripraviti v skladu z zahtevami standarda SIST EN 12697-30:2004 (Bitumenske zmesi – Preskusne metode za vroče asfaltne zmesi – 30. del: Priprava preskušancev z udarnim zgoščevalnikom), če preiskujemo bituminizirano zmes, ki bo vgrajena v asfaltno krovno plast, oz. v skladu z EN 12697-28, če bo obravnavana bituminizirana zmes vgrajena v vezano spodnjo nosilno plast. Mehanske in prostorske lastnosti proizvedene bituminizirane zmesi, ki bo vgrajena v asfaltno krovno plast ali vezano spodnjo nosilno plast, morajo biti preskušene po SIST EN 12697-34:2004 (Bitumenske zmesi – Preskusne metode za vroče asfaltne zmesi – 34. del: Preskus po Marshallu), mejne vrednosti teh lastnosti pa so opredeljene v poglavju 5.2 osnutka Smernic in

tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti (v navedenem poglavju Smernic so obravnavane naslednje plasti voziščne konstrukcije: vezana zgornja nosilna in nosilnoobrabna plast – BZNP in BNOP, bitumenski beton – BB, drobir z bitumenskim mastiksom – DBM, drenažni asfalt – DA, liti asfalt – LA, tankoplastna prevleka – TP in vezana spodnja nosilna plast - BSNP).

2.3.2.3.4 Kontrola sestave proizvedene bituminizirane zmesi

- delež veziva
- sestava estrahiranih zmesi zrn
- lastnosti estrahiranega veziva
 - penetracija pri 25 °C
 - zmehčišče po postopku PK
 - indeks penetracije (izračun)
 - pretrgališče po postopku po Fraassu

Vzorci za kontrolo sestave proizvedene bituminizirane zmesi morajo biti odvzeti na mestu vgrajevanja, in sicer morata biti odvzeta najmanj 2 vzorca vroče bituminizirane zmesi.

Lastnosti bitumenskih veziv za bituminizirane zmesi, vgrajene v asfaltne krovne in vezane spodnje nosilne plasti, so opredeljene za standardne cestogradbene bitumne s penetracijo od 20 do 300 mm/10 v SIST EN 12591:2004 (Bitumen in bitumenska veziva - Specifikacije za cestogradbene bitumne). Lastnosti estrahiranega standardnega cestogradbenega bitumna se lahko glede na uporabljen tip spremenijo do največ drugega naslednjega tipa bitumna, s tem da se pri uporabi bitumna B 20/30 zmehčišče estrahiranega bitumna po PK lahko spremeni do največ 74 °C. V sklopu dokazne proizvodnje in vgradnje je maksimalno odstopanje količine bitumna glede na vrednost v predhodni sestavi $\pm 0,3 m.-%$.

Mejne krivulje presejkov zmesi kamnitih zrn za bituminizirane zmesi so opredeljene v poglavju 5.2 osnutka Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti.

Možna odstopanja presejkov zmesi kamnitih zrn od vrednosti, ki so bile določene v predhodni sestavi, so navedena v naslednji preglednici.

Preglednica: Dovoljeno odstopanje presejka zmesi kamnitih zrn v posameznih vzorcih od vrednosti presejkov v predhodni sestavi (Žmavc J., 2006, Smernice in tehnični pogoji za graditev asfaltnih krovnih plasti (osnutek), str. 18)

Dolžina stranice kvadratne odprtine sita [mm]	Mejno odstopanje presejka za vezano spodnjo in zgornjo nosilno plast [m. - %]	Mejno odstopanje presejka za obrabno plast [m. - %]
0,063	1,5	1,5
0,09	2,0	2,0
0,25	4,0	2,5
0,71	5,0	3,0
2	6,0	4,0
4	7,0	2,0
8	8,0	2,0
11,2	8,0	2,0
16	8,0	-
22,4	8,0	-

Preglednica je povzeta iz osnutka Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti. TSC 06.330 (2003, Vezane spodnje nosilne plasti z bitumenskim vezivi) navaja drugačne vrednosti, vendar so v tem Programu uporabljene bolj stroge zahteve.

2.3.2.4 Kontrola vgradnje bituminizirane zmesi

Kontrola vgradnje bituminizirane zmesi je podrobno opisana v poglavju 2.4.2 tega Programa v sklopu redne proizvodnje in vgradnje.

Vsa oprema in stroji, ki bodo vključeni v tehnološki postopek vgrajevanja bituminiziranih zmesi v asfaltno plast, morajo biti preskušeni na način, ki ga odredi nadzornik in po zmogljivostim ustrezati zahtevam, opredeljenim v tehničnih specifikacijah in tehničnih pogojih.

2.3.2.5 Kontrola vgrajene bituminizirane zmesi

Organ zunanje kontrole mora odvzeti dve jedri na mestu odvzema vzorcev proizvedene bituminizirane zmesi in izvesti kontrolo:

- debeline plasti

Bituminizirano plast je potrebno vgrajevati v načrtovani debelini že v fazi dokazne proizvodnje in vgradnje. Povprečna debelina bituminizirane zmesi v vezani zgornji nosilni plasti ali vezani spodnji nosilni plasti je lahko do 10 % manjša od projektne ali pogodbene debeline, posamezna ugotovljena debelina pa je lahko do največ 25 % (oz. 30 mm) manjša od projektne ali pogodbene debeline (skrajna mejna vrednost).

Povprečna debelina bituminizirane zmesi, vgrajene v obrabno plast asfaltne krovne plasti, ne sme biti manjša od projektirane ali pogodbene debeline plasti.

Povprečna debelina bituminizirane zmesi v asfaltni krovni plasti, oz. v vezani spodnji nosilni plasti, je lahko do 10 % večja od največje projektne debeline

- zlepljenosti plasti (če je pogojena)
- zgoščenosti plasti

Pogojene mejne vrednosti zgoščenosti plasti so navedene v poglavju 5.2 osnutka Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti.

- vsebnosti votlin v plasti

Pogojene mejne vsebnosti votlin v plasti so navedene v poglavju 5.2 osnutka Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti.

2.3.2.6 Meritve in kontrole gostote vgrajene bituminizirane zmesi ter umeritev izotopskega merilnika

Na preskusnem polju je treba odvzeti najmanj 10 jeder iz asfaltne plasti ter izvršiti najmanj 30 meritev gostote vgrajene bituminizirane zmesi z izotopski merilnikom. Umeritev izotopskega merilnika mora biti izvedena z meritvami gostot na plasti, in sicer na mestih odvzema jeder pred odvzemom le-teh.

V slopu kontrole dokazne proizvodnje in vgradnje mora organ zunanje kontrole tudi dokončno določiti obseg notranje in zunanje kontrole.

2.4 Kontrola redne proizvodnje in vgradnje

2.4.1 Naloge izvajalca v sklopu redne proizvodnje in vgradnje

Izvajalec mora gradbena dela izvajati na način, kot jih je izvajal v sklopu dokazne proizvodnje in vgradnje. Če je bila dokazna proizvodnja in vgradnja uspešna, nadzornik dovoli redno proizvodnjo in vgradnjo. Da se zagotovi nadaljevanje zagotavljanja kakovosti, mora imeti izvajalec ustrezen notranji nadzor nad izvajanjem gradbenih del (notranja kontrola). Poleg izvajanja nadzora nad gradbenimi deli mora določene preskuse na področju vhodnega materiala ter lastnosti proizvedene in vgrajene bituminizirane zmesi opravljati tudi za to usposobljen laboratorij.

Usposobljenost laboratorija za notranjo kontrolo mora biti potrjena z akreditacijo ali s potrdilom o kontroli proizvodnje. Če ni, mora organ, ki je pooblaščen za potrjevanje skladnosti, preveriti usposobljenost laboratorija za notranjo kontrolo na osnovi uveljavljenih strokovnih podlag za sistem kontrole in potrjevanja skladnosti pri gradnji cest v republiki Sloveniji. Minimalni obseg notranjih kontrolnih preskusov^{1.)} je opisan v naslednjih poglavjih.

2.4.1.1 Preskusi vhodnih materialov

- zmes kamnitih zrn:
 - kamena moka (od istega proizvajalca): na 300 t
 - sestava zmesi zrn
 - pesek (od istega proizvajalca): na 1000 t
 - sestava zmesi zrn
 - delež drobnih zrn
 - modul zrnivosti (izračun)
 - drobir, prod (vsaka frakcija): na 2000 t ali najmanj enkrat tedensko
 - sestava zmesi zrn
 - delež drobnih zrn
 - oblika zrn (razmerje 1 : 3)
- bitumensko vezivo (od istega proizvajalca): vsaka avtociستا ali najmanj enkrat dnevno za vsak tip
 - penetracija pri 25 °C
 - zmehčišče po postopku PK
 - indeks penetracije (izračun)

^{1.)} Zgoraj navedene minimalne pogostosti in obseg izvajanja preskusov v sklopu notranje kontrole se nanašajo na osnutek Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti. Ta dokument ne obravnava vezane spodnje nosilne plasti, zato mora uporabnik tega Programa minimalne pogostosti in obseg izvajanja preskusov poiskati v TSC 06.330. Zaradi poenostavitve delovanja notranje kontrole pa se lahko upoštevajo tudi vrednosti iz tega Programa, saj določajo bolj strogo izvajanje preskusov bituminizirane zmesi in vanjo vgrajenih materialov.

Minimalni obseg notranjih kontrolnih preskusov je v tem poglavju Programa opisan zgolj v obliki opornih točk. Poglobljene razlage teh opornih točk so navedene v poglavju 2.4.2 tega Programa.

2.4.1.2 Preskusi proizvedene bituminizirane zmesi

- kontrola temperature proizvedene bituminizirane zmesi 3 x dnevno
- kontrola sestave ter mehanskih in prostorskih značilnosti proizvedene istovrstne bituminizirane zmesi: na 750 t^{1.)} ali najmanj 1 x dnevno
 - delež veziva
 - sestava estrahirane zmesi zrn
 - stabilnost in togost bituminizirane zmesi pri 60 °C
 - prostorska masa bituminizirane zmesi (preskušancev po Marshallu pri 25 °C)
 - vsebnost celokupnih votlin v bituminizirani zmesi
 - vsebnost votlin v zmesi kamnitih zrn (izračun)
 - zapoljenost votlin v zmesi kamnitih zrn z vezivom (izračun)

Vzorci za notranjo kontrolo proizvedene bituminizirane zmesi je praviloma treba odvzeti v obratu za proizvodnjo bituminiziranih zmesi, po potrebi pa tudi dodatno na mestu vgradnje.

2.4.1.3 Preskusi vgrajene bituminizirane zmesi

- na jedrih: na 750 t^{1.)} ali najmanj 1 x dnevno
 - debelina plasti
 - zlepljenost plasti (če je pogojena)
 - gostota plasti
 - vsebnost votlin v plasti
- na plasti: na 200 m² 2.)
 - gostota, merjena z izotopskim merilnikom
 - ravnost planuma, merjena s 4 metrsko merilno letvijo

^{1.)} Velja za vezane zgornje in spodnje nosilne plasti, za obrabne plasti pa na 500 t.

^{2.)} Velja za vezane zgornje in spodnje nosilne plasti, za obrabne plasti pa na 100 m².

- višina planuma, določena z niveliranjem
- nagib planuma

2.4.2 Program zunanje kontrole v sklopu redne proizvodnje in vgradnje

2.4.2.1 Kontrola ustreznosti deponij materiala na gradbišču (kot določa tehnološki elaborat)

2.4.2.2 Kontrola prevoza bituminizirane zmesi (kot določa tehnološki elaborat)

2.4.2.3 Preskusi proizvedene bituminizirane zmesi

Ustreznost proizvedene bituminizirane zmesi je mogoče oceniti že na pogled. Če se bituminizirana zmes črno blešči in pri stresanju z vozila rahlo kadi (z modrikastim dimom) ter so zrna v njej enakomerno ovita z bitumnom, je zelo verjetno ustrezna. Če pa je bituminizirana zmes rjavkaste barve in brez bleska, pri stresanju z vozila pa se rumeno kadi, je zanesljivo prežgana.

2.4.2.3.1 Kontrola temperature proizvedene bituminizirane zmesi pri vgradnji

Meritev temperature proizvedene bituminizirane zmesi na mestu vgradnje mora biti izvedena po SIST EN 12697-13, in sicer morajo meritve biti izvedene na 3000 t (velja za vezane zgornje in spodnje nosilne plasti, za obrabne plasti pa na 2500 t) proizvedene bituminizirane zmesi. Najnižja in priporočena temperatura bituminizirane zmesi, sta glede na vrsto uporabljenega veziva za proizvodnjo opredeljeni v naslednji preglednici.

Preglednica: Optimalna in najnižja temperatura bituminizirane zmesi pri vgradnji (Žmavc J., 2006, Smernice in tehnični pogoji za graditev asfaltnih krovnih plasti (osnutek), str. 20)

Tip bitumna	Priporočena temperatura bituminizirane zmesi pri vgradnji [°C]	Najnižja temperatura bituminizirane zmesi za vgrajevalnim strojem [°C]
B 160/220	130 ± 10	110
B 100/150	135 ± 10	115
B 70/100	140 ± 10	120
B 50/70	150 ± 10	130
B 35/50	160 ± 10	140

2.4.2.3.2 Kontrola prostorskih značilnosti proizvedene bituminizirane zmesi

- prostorska masa bituminizirane zmesi (preskušancev po Marshallu pri 25 °C)
- vsebnost celokupnih votlin v bituminizirani zmesi
- vsebnost votlin v zmesi kamnitih zrn (izračun)
- zapolnjenost v zmesi kamnitih zrn z vezivom (izračun)

Prostorske lastnosti bituminiziranih zmesi morajo biti preskušene po SIST EN 12697-34 (postopek po Marshallu), njihove mejne vrednosti pa so opredeljene v poglavju 5.2 osnutka Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti (v navedenem poglavju Smernic so obravnavane naslednje plasti voziščne konstrukcije: vezana zgornja nosilna in nosilnoobrabna plast – BZNP in BNOP, bitumenski beton – BB, drobir z bitumenskim mastiksom – DBM, drenažni asfalt – DA, liti asfalt – LA, tankoplastna prevleka – TP in vezana spodnja nosilna plast - BSNP). Preskusi morajo biti izvedeni na 3000 t¹⁾ proizvedene bituminizirane zmesi.

¹⁾ Velja za vezane zgornje in spodnje nosilne plasti, za obrabne plasti pa na 2500 t.

2.4.2.3.3 Kontrola sestave proizvedene bituminizirane zmesi

- delež veziva
- sestava estrahiranih zmesi zrn
- lastnosti estrahiranega veziva
 - penetracija pri 25 °C
 - zmehčišče po postopku PK
 - indeks penetracije (izračun)
 - pretrgališče po postopku po Fraassu

Vzorci za zunanje kontrolne preskuse proizvedene bituminizirane zmesi je praviloma treba odvzeti na mestu vgradnje, samo izjemoma tudi v obratu za proizvodnjo. Preskuse je potrebno izvesti na 3000 t¹⁾ proizvedene bituminizirane zmesi.

Lastnosti bitumenskih veziv za bituminizirane zmesi, vgrajene v asfaltne krovne in vezane spodnje nosilne plasti, so opredeljene za standardne cestogradbene bitumne s penetracijo od 20 do 300 mm/10 v SIST EN 12591. Lastnosti estrahiranega standardnega cestogradbenega bitumna se lahko glede na uporabljen tip spremenijo do največ drugega naslednjega tipa bitumna, s tem da se pri uporabi bitumna B 20/30 zmehčišče estrahiranega bitumna po PK lahko spremeni do največ 74 °C. V sklopu redne proizvodnje in vgradnje je maksimalno odstopanje količine bitumna glede na vrednost v predhodni sestavi $\pm 0,3 m.-%$, kot je bilo že poprej opredeljeno v sklopu dokazne proizvodnje in vgradnje.

Mejne krivulje presejkov zmesi kamnitih zrn za bituminizirane zmesi so opredeljene v poglavju 5.2 osnutka Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti. Možna odstopanja presejkov zmesi kamnitih zrn od vrednosti, ki so bile določene v predhodni sestavi, so navedena v naslednji preglednici.

¹⁾ Velja za vezane zgornje in spodnje nosilne plasti, za obrabne plasti pa na 2500 t.

Preglednica: Dovoljeno odstopanje presejka zmesi kamnitih zrn v posameznih vzorcih od vrednosti presejkov v predhodni sestavi (Žmavc J., 2006, Smernice in tehnični pogoji za graditev asfaltnih krovnih plasti (osnutek), str. 18)

Dolžina stranice kvadratne odprtine sita [mm]	Mejno odstopanje presejka za vezano spodnjo in zgornjo nosilno plast [m. - %]	Mejno odstopanje presejka za obrabno plast [m. - %]
0,063	1,5	1,5
0,09	2,0	2,0
0,25	4,0	2,5
0,71	5,0	3,0
2	6,0	4,0
4	7,0	2,0
8	8,0	2,0
11,2	8,0	2,0
16	8,0	-
22,4	8,0	-

2.4.2.4 Kontrola vgradnje bituminizirane zmesi

Bituminizirano zmes je dovoljeno vgrajevati samo v ustreznih vremenskih razmerah. Temperatura zraka in podlage mora biti najmanj 5 °C (0 °C za vezano spodnjo nosilno plast). Izjemoma in le s soglasjem nadzornika je dovoljena vgradnja bituminizirane zmesi na suho in nezmrznjeno podlago v nevetrovnem vremenu pri nižji temperaturi, če je pri tem debelina asfaltne plasti na zgornjem območju tehnološke debeline za dano zrnnavost zmesi. Sama podlaga tudi ne sme biti prašna ali vlažna.

Če dopuščajo pogoji dela, je treba bituminizirano zmes vgrajevati v vsej širini vozišča. Če se uporablja za vgradnjo več finišejev z zamikom, razlika v kakovosti vgrajene bituminizirane zmesi na območju stika ne sme biti opazna.

Pri vgrajevanju bituminiziranih zmesi morajo biti vzdolžni stiki glede na stike v podložni plasti zamaknjeni praviloma za 20 cm, najmanj pa za 10 cm. Prečni (delovni) morajo biti zamaknjeni najmanj za 50 cm.

Vgrajevane pasove je praviloma potrebno stikati po vročem postopku. Pri izdelavi vzdolžnih in prečnih stikov je potrebno površine ohlajene plasti premazati z bitumensko emulzijo v količini najmanj $0,5 \text{ kg/m}^2$, premazati pa je potrebno tudi 15 cm širok pas na območju stika. Če stikovanje po vročem postopku ni mogoče, je potrebno stik predhodno vgrajevanega pasu indirektno ogrevati ali uporabiti za stikanje zalivno zmes (lahko v obliki traku) ali bitumensko pasto.

Vsako prekinitev dela je potrebno izvesti v vsej širini vozišča, oziroma voznega pasu praviloma pravokotno na os ceste in navpično ter enakomerno premazati z bitumenskim vezivom. Odstopanje od tega je mogoče le s soglasjem nadzornika.

Dodatne zgostitve bituminizirane zmesi z valjarjem je treba načrtovati z ustreznim nadvišanjem razprostrte asfaltne plasti. Izbrana vrsta in število valjarjev ter način zgoščevanja morajo zagotoviti čimbolj enakomerno zahtevano gostoto oziroma zgoščenost bituminizirane zmesi v vsej projektirani širini vozišča. Zato je treba ob robovih povečati širino podložne plasti za projektirano debelino plasti, če to v projektni dokumentaciji ni že predvideno. Če se uporabijo vibracijski valjarji, je potrebno kontrolirati drobljenje zrn, ne sme pa priti tudi do poskakovanja valjarjev.

Bituminizirano zmes je potrebno zgoščevati od roba proti sredini plasti in od nižjega proti višjemu robu oziroma legi plasti. Posamezni prehodi valjarjev se morajo prekrivati za 15 do 20 cm. Vsako zadrževanje valjarjev na vgrajeni plasti vroče bituminizirane zmesi je treba preprečiti, enako tudi sunkovito zaviranje in pospeševanje valjarja ter spremembo smeri valjanja na še nezgoščeni plasti vroče bituminizirane zmesi. Vsa za valjarje nedostopna mesta je treba zgostiti do zahtevane zgoščenosti z drugimi sredstvi, katerih uporabo mora odobriti nadzornik, ki odredi pogoje, v katerih je treba taka sredstva uporabiti.

2.4.2.5 Preskusi vgrajene bituminizirane zmesi

- na jedrih: na 3000 t za vezane zgornje nosilne plasti in vezane spodnje nosilne plasti, za obrabne plasti pa na 2500 t

- debelina plasti

Povprečna debelina bituminizirane zmesi v vezani zgornji nosilni plasti ali vezani spodnji nosilni plasti je lahko do 10 % manjša od projektne ali pogodbene debeline, posamezna ugotovljena debelina pa je lahko do največ 25 % (oz. 30 mm) manjša od projektne ali pogodbene debeline (skrajna mejna vrednost).

Povprečna debelina bituminizirane zmesi, vgrajene v obrabno plast asfaltne krovne plasti, ne sme biti manjša od projektirane ali pogodbene debeline plasti.

Povprečna debelina bituminizirane zmesi v asfaltni krovni plasti, oz. vezani spodnji nosilni plasti, je lahko do 10 % večja od največje projektne debeline.

- zlepljenost plasti (če je pogojena)

- gostota plasti

- zgoščenost plasti

Pogojene mejne vrednosti zgoščenosti plasti so navedene v poglavju 5.2 osnutka Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti.

- vsebnost votlin v plasti

Pogojene mejne vsebnosti votlin v plasti so navedene v poglavju 5.2 osnutka Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti.

Za bituminizirane zmesi, nazivne zrnivosti do vključno 16 mm, je treba odvzeti jedra s premerom najmanj 100 mm, za večje nazivne zrnivosti pa jedra s premerom najmanj 150 mm. Čista in z bitumensko emulzijo premazana mesta odvzema jeder je potrebno čim prej zapolniti z vročo bituminizirano zmesjo, ki mora biti praviloma iz podobnih materialov in zrnivosti, kot je vgrajena v asfaltno plast. Zapolnjena mesta odvzema je potrebno tudi ustrezno zgostiti.

- na plasti: na 800 m² za vezane zgornje nosilne plasti in vezane spodnje nosilne plasti, za obrabne plasti pa na 500 m²

- gostota

Po navedbah Tehničnih specifikacij za ceste ter osnutka Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti je potrebno gostoto asfaltne plasti meriti z izotopskim merilnikom, ki mora biti predhodno umerjen v fazi dokazne proizvodnje in vgradnje.

Namen meritev z izotopskim merilnikom je poleg merjenj gostote tudi meritev vlažnosti. Ločimo dva postopka meritev, in sicer meritev s povratnim sipanjem in pa meritev z direktnim presevanjem. Preskus s povratnim sipanjem zaradi načina delovanja zajame v večji meri material blizu površine, zato je postopek z direktnim presevanjem primernejši, ker zaradi naraščanja občutljivosti z globino zmanjša omenjen efekt. Poročilo o meritvah z izotopskim merilnikom mora vsebovati izjavo, da so bile meritve izvedene v skladu s TSC 06.711 (Meritve gostote in vlage - Postopek z izotopskim merilnikom).

Glede na to, da se meritve z izotopskim merilnikom nanašajo le na določeno mesto na voziščni konstrukciji, se lahko naročnik, oziroma njegov zastopnik, ki je zadolžen tudi za zunanjo kontrolo, odloči, da se za meritve gostote asfaltne plasti vozišče konstrukcije uporabijo tudi merilni valjarji.

Z merilnimi valjarji, ki so opisani že v poglavju 2.1.4.3 tega Programa, je mogoče doseči kontinuirane meritve gostote. Tako lahko določimo šibka mesta na obravnavani plasti voziščne konstrukcije, ki jih z meritvami gostote s pomočjo izotopskega merilnika morda ne bi zaznali. Rezultat meritev z merilnimi valjarji je celoten posnetek površine, ki ga opisujejo

dinamične merske vrednosti (vrednosti, izmerjene z ustrezno dinamično mersko opremo). Merilni valjarji ne morejo nadomeščati postopka z izotopskim merilnikom, lahko pa njegove meritve gostote potrjujejo in hkrati zgoščajo bituminizirano zmes. Merilne valjarje mora zagotoviti izvajalec.

- ravnost planuma

Ravnost planuma asfaltne plasti je potrebno ugotoviti v poljubni smeri na os ceste kot odstopanje pod položeno 4 m dolgo merilno letvijo (slika 2) ali z drugačnim ustreznim merilnim postopkom, opredeljenim v TSC 06.610. Mejne vrednosti odstopanj planuma bituminiziranih zmesi, vgrajenih v obrabno, vezano zgornjo nosilno plast ali vezano spodnjo nosilno plast od merilne letve, so navedene v preglednici 2.

Preglednica 2: Mejne vrednosti odstopanj planuma vgrajenih bituminiziranih zmesi od merilne letve

Pogoji izvedbe	Mjerne vrednosti odstopanj planuma [mm]		
	Obrabne plasti	Vezane zgornje nosilne plasti	Vezane spodnje nosilne plasti
- izredno težka, zelo težka in težka prometna obremenitev: - strojno vgrajevanje: - v eni plasti - v dveh plasteh (na spodnji plasti)	≤ 4 ≤ 4	≤ 8 ≤ 10	≤ 10 ≤ 15
- srednja, lahka in zelo lahka prometna obremenitev: - strojno vgrajevanje - ročno vgrajevanje	≤ 6 ≤ 10	≤ 10 ≤ 15	≤ 15 ≤ 15



Slika 2: Merilna letev

- višina planuma

Višino posameznih merilnih mest na planumu vezane zgornje nosilne plasti, obrabne plasti in vezane spodnje nosilne plasti, je treba določiti z niveliranjem. Planum plasti sme na poljubnem mestu odstopati od projektirane kote največ ± 10 mm.

- nagib planuma

Nagib planuma obrabne plasti, vezane spodnje nosilne plasti ter vezane zgornje nosilne plasti mora biti praviloma enak prečnemu in vzdolžnemu nagibu vozišča. Dopustna odstopanja nagiba so določena z dopustno neravnostjo in odstopanjem od višine planuma te plasti, vendar ne smejo biti večja od načrtovanega nagiba za absolutno $\pm 0,4$ %. Odstopanja izvedenega nagiba od projektiranega nagiba se določa z merilno letvijo.

Na cestah, kjer so dovoljene velike hitrosti vožnje, vzdolžni nagib pa manjši od 0,5 % in načrtovani prečni nagib manjši od 1,5 %, je lahko prečni nagib do 0,2 % večji od načrtovanega.

Ustreznost vzdolžnega nagiba lahko določamo tudi s pomočjo profilometra ZAG – VP, ki je prikazan na sliki 3. Naprava deluje na principu merjenja vertikalnih pospeškov, ki so posledica dinamike pri vožnji z vozilom zaradi odstopanja vozne površine od horizontalne ravnine. S profilometrom izvajamo kontinuirane meritve vzdolžnega profila ceste, določamo

neravnine na vozni površini in mednarodni indeks neravnosti IRI, s katerim opredeljujemo udobnost vožnje.



Slika 3: Profilometer ZAG – VP

- podajnost voziščne konstrukcije

Podajnost voziščne konstrukcije se določa predvsem za določitev dobe trajanja, ki mora biti v skladu s pogodbenimi določili. Doba trajanja je časovno obdobje med izvršeno meritvijo in utrujenostjo materiala.

Meritve podajnosti ne smejo biti izvedene, če je katerakoli plast v voziščni konstrukciji zmrznjena ali če je temperatura obrabne plasti višja od 25 °C. Pred vsako meritvijo je potrebno tudi izmeriti temperaturo vozne površine. Meritve naj bi bile izvedene v obdobju najmanjše nosilnosti voziščnih konstrukcij (obdobje odtajanja, t.j. spomladi). V primeru, ko so meritve podajnosti izvedene izven navedenega obdobja, je treba rezultate meritev podajnosti korigirati s količnikom c . V primeru novogradnje uporabimo količnik c , ki znaša med 1,2 in 1,6. Ta ustreza stanju, kjer je obrabna plast nerazpokana, v ustrezno dimenzionirano nevezano nosilno plast pa vgrajena zmes kamnitih zrn, ki je malo do srednje občutljiva na zmrzovanje. Pri izbiri vrednosti korekturnega količnika c je treba upoštevati tudi klimatske in hidrološke pogoje.

Homogeni odseki podajnosti obstoječe voziščne konstrukcije morajo biti določeni na osnovi pogoja, da znaša količnik variacije

$$k_v = \frac{s}{d} < 0,35 \quad (2003, \quad TSC \quad 06.541. \quad Projektiranje:$$

Dimenzioniranje ojačitev obstoječih asfaltnih voziščnih konstrukcij, str. 9),

kjer s pomeni standardni odklon, ki ga izračunamo po enačbi:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}}; \quad [\text{mm}/100] \quad (2003, \quad TSC \quad 06.541.$$

Projektiranje: Dimenzioniranje ojačitev obstoječih asfaltnih voziščnih konstrukcij, str. 9),

\bar{d} pa povprečno podajnost na homogenem odseku, ki jo izračunamo po enačbi:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}; \quad [\text{mm}/100] \quad (2003, \quad TSC \quad 06.541. \quad Projektiranje:$$

Dimenzioniranje ojačitev obstoječih asfaltnih voziščnih konstrukcij, str. 9).

Vrednost d_m , ki predstavlja podajnost voziščne konstrukcije na izbranem homogenem odseku, izračunamo po enačbi:

$$d_m = c \cdot (\bar{d} + k_{pr} \cdot s); \quad [\text{mm}/100] \quad (2003, \quad TSC \quad 06.541.$$

Projektiranje: Dimenzioniranje ojačitev obstoječih asfaltnih voziščnih konstrukcij, str. 10).

V zgornji enačbi vrednost k_{pr} predstavlja količnik vpliva prometne obremenitve. Njegove vrednosti so opredeljene v preglednici 3.

Preglednica 3: Vrednosti količnika vpliva prometne obremenitve k_{pr}

Prometna obremenitev	Vrednost količnika k_{pr}
Težka prometna obremenitev	2,0
Srednja prometna obremenitev	1,6
Lahka prometna obremenitev	1,3

Merilna oprema za meritev podajnosti:

- Benkelmanova gred

Benkelmanova gred je merilna naprava za določitev elastičnega ali celokupnega posedka vozne površine pod kolesom vozila z določeno statično obremenitvijo, ki praviloma znaša 50 kN.

- Deflektograf Lacroix

Deflektograf Lacroix je merna naprava za kontinuirano avtomatsko določitev (meritev in zapis) celotnih posedkov vozne površine pod določeno obremenitvijo koles vozila med vožnjo. Merilna oprema je vgrajena v posebej predelano konstrukcijo tovornega vozila, ki je prikazana na sliki 4.



Slika 4: Deflektograf Lacroix

- Deflektometer Dynatest

Postopek meritve podajnosti vozne površine z deflektometrom temelji na dinamični obremenitvi krožne obremenilne plošče s padajočo utežjo. Razdaljo med posameznimi merilnimi mesti je treba določiti glede na namen izvajanja meritev in sme znašati do 50 m za potrebe postopka uporabe podatkov po TSC 06.630 (Lastnosti vozni površin - Podajnost) in do 200 m za postopke gospodarjenja z vozišči. Deflektometer je prikazan na sliki 5.



Slika 5: Deflektometer Dynatest

Podajnost obstoječe asfaltne voziščne konstrukcije je praviloma treba določiti z deflektografom Lacroix po postopku, podrobno opredeljenem v TSC 06.630. Uporabiti je mogoče tudi drugačne postopke (deflektometer ali Benkelmanovo gred), za katere mora biti ugotovljena uporabna korelacija in so opredeljeni v ustrezni tehnični regulativi. Prednost deflektografa je predvsem v kontinuiranih meritvah, zaradi katerih se lahko določijo tudi šibka mesta na vozni površini, ki jih z drugimi napravami ne bi mogli določiti.

2.5 Meritve torne sposobnosti vozne površine

Vse meritve torne sposobnosti vozne površine je potrebno izvajati na mokri površini. Privzeto je, da imajo vse suhe površine voziščnih konstrukcij visoko torno sposobnost. Meritve odpora proti drsenju in globine hrapavosti vozne površine morajo biti izvedene v roku po izgradnji, ki

ga določi nadzorni organ, in pred iztekom garancijskega roka. Na novozgrajenih voziščih, posutih z drobirjem ali drobljenim peskom, meritve odpora proti drsenju in globine hrapavosti vozne površine praviloma niso potrebne, ker so ustrezne vrednosti zagotovljene. Na torno sposobnost vozne površine vplivata mikrotekstura, ki je odvisna predvsem od samega vgrajenega materiala v voziščno konstrukcijo in makrotekstura, ki predstavlja povprečno globino hrapavosti asfaltne obrabne plasti, merjene od planuma vozne površine. Mikrotekstura je pomemben dejavnik, ki pripomore k torni sposobnosti predvsem pri nizkih hitrostih. Torna sposobnost doseže svoj minimum pri hitrosti vozila okoli 100 km/h (raziskave angleškega laboratorija TRL).

- Vrednost PSV (polish stone value)

To je karakteristika posamezne zmesi kamnitih zrn, ki je povezana s torno sposobnostjo vozne površine. PSV vrednost označuje mikroteksturo zmesi kamnitih zrn in se določa za material, ki mora biti zglajen po standardnem postopku, nato pa testiran s pomočjo SRT nihala.

Področje določanja vrednosti PSV obravnava standard SIST EN 1097-8:2000 (Preskusi mehanskih in fizikalnih lastnosti agregatov - 8. del: Določevanje vrednosti količnika zaglajevanja kamenih zrn), merodajen pa je lahko tudi postopek, ki je opisan v angleškem nacionalnem standardu BS 812-114:1989 (Testing aggregates. Method for determination of the polished-stone value).

- Vrednost SRV (skid resistance value)

To je vrednost, ki se nanaša na dejansko torno sposobnost vozne površine. Izmerimo jo s pomočjo SRT nihala, s pomočjo korelacij pa je to vrednost možno dobiti tudi z drugimi merilnimi inštrumenti za merjenje torne sposobnosti vozniških površin. Odvisna je od PSV vrednosti in presejne krivulje zmesi kamnitih zrn v obrabni plasti voziščne konstrukcije. Določanje vrednosti SRV podrobno opisuje standard SIST EN 13036-4:2003 (Značilnosti cestnih in vzletnih površin – Preskusne metode – 4. del: Metoda merjenja odpornosti površine proti drsenju/zdrsni – Preskus z nihalom).

Merilna oprema za meritev torne sposobnosti:

- SRT nihalo (skid resistance tester)

To je merilni inštrument, s pomočjo katerega je možno izmeriti vrednosti PSV in SRV. Meritve so primerne predvsem za krajše odseke ceste, ker zajemajo točkovne vrednosti. SRT nihalo je zelo robustne izdelave, tako da lahko ostane kalibrirano dalj časa. Prikazano je na sliki 6.

Meritev se izvede s sprostitvijo nihala iz horizontalne pozicije s pomočjo sprostitvenega gumba. Nihalo zaniha vedno z isto silo, pri tem pa drsnik na koncu nihala opravi fiksno pot na vozni površini, v odvisnosti od prejšnje nastavitve nihala. Glede na položaj nihala na kalibrirani skali lahko odčitamo vrednost torne sposobnosti vozne površine. Postopek meritev je opisan v harmoniziranem standardu SIST EN 13036-4.



Slika 6: SRT nihalo

- SCRIM (sideways force coefficient routine investigation machine)

SCRIM izdeluje le eno podjetje in sicer angleško podjetje WDM Limited. Njihove produkte licencira raziskovalni laboratorij TRL (UK Transport research laboratory). Za merilne naprave, proizvedene v tem podjetju ne obstajajo harmonizirani ali priznani nacionalni standardi, obstaja pa angleški nacionalni standard BS 7941-1:1999 (Methods for measuring the skid resistance of pavement surfaces. Side-way force coefficient routine investigation

machine). Postopek meritev s SCRIM merilno napravo je opisan tudi v slovenskih Tehničnih specifikacijah za ceste, in sicer v TSC 06.620 (Lastnosti vozni površin – Torna sposobnost). Merilna naprava SCRIM je prikazana na sliki 7.



Slika 7: SCRIM

SCRIM je tovornjak, opremljen z rezervoarjem, ki je napolnjen z vodo. V sredini ima montirano testno kolo, ki je glede na vzdolžno os tovornjaka zamaknjeno za 20 °. Testno kolo je brez profila, obremenjeno s standardno obremenitvijo in je standardne trdote. Je tudi prosto rotirajoče, pred njim pa se vozna površina kontrolirano moči. Zamaknjeno testno kolo povzroča odpor, ki ga lahko posredno povežemo s SRV vrednostjo (direktna meritev SCRIM naprave je sicer SFC koeficient (sideways force coefficient), ki ga s pomočjo korelacije povežemo s SRV). Kapaciteta naprave je med 200 in 300 km dnevno, odvisno od tipa preiskovane ceste. Standardne meritve s SCRIM opremo se merijo pri 50 km/h, za operiranje z napravo pa sta potrebna operater in voznik. Meritve se zapišejo na disk, in sicer za posamezne odseke ceste, dolge 5, 10 ali 20 m.

SCRIMTEX je nadgradnja merilne opreme SCRIM in omogoča tudi meritve makroteksture vozne površine. Ob tem so izvedene tudi meritve temperature zraka in vozne površine, tako da je mogoče dobiti korelacijo med SRV vrednostjo in tema dvema parametroma. Torna sposobnost vozne površine se lahko meri v obeh kolesnicah, preskus je standardiziran in se izvaja pri fiksni hitrosti 50 km/h.

Prednost naprave SCRIMTEX je predvsem visoka hitrost merjenja torne sposobnosti, problem pa se pojavi pri kalibraciji, ki jo je potrebno opravljati vsak dan. V primerjavi z napravo griptester ima tudi to pomanjkljivost, da se meritve izvajajo pri fiksni hitrosti.

- Tester oprijema (Griptester)

Napravo sestavljajo tri kolesa (slika 8). Dve kolesi sta pritrjeni na navadno os, ki je preko verige povezana s tretjim kolesom (merilnim kolesom). Na osi merilnega kolesa sta dve prestavi, ki omogočata njegovo zaviranje. Na merilnem kolesu je snemalna oprema, ki beleži oprijemno število (grip number), ki ga je s pomočjo korelacije možno prevesti v SRV vrednost. Te vrednosti varirajo v odvisnosti od hitrosti, saj je z merilno napravo Griptester možno izvajati meritve pri hitrostih tudi do 130 km/h. Merilna naprava je še v razvoju, čeprav jo nekatere organizacije že uporabljajo predvsem zaradi nižje cene od SCRIMTEX – a. Slovenske tehnične specifikacije ne obravnavajo te naprave, prav tako na tem področju ne obstajajo harmonizirani evropski standardi. Njene podrobne specifikacije so podane v angleškem standardu BS 7941-2:2000 (Methods for measuring the skid resistance of pavement surfaces. Test method for measurement of surface skid resistance using the GripTester braked wheel fixed slip device).



Slika 8: Tester oprijema (Griptester)

- Tester trenja PFT (Pavement friction tester)

Ta merilna naprava se razlikuje od prej omenjenih merilnih naprav po tem, da se za določitev karakteristik torne sposobnosti vozne površine uporablja blokirano kolo. Slovenski nacionalni standardi še niso izdani, obstaja pa poročilo laboratorija TRL, merilna oprema pa ustreza tudi določilom standarda ASTM-E274-06 (Standard Test Method for Skid Resistance of Paved Surfaces Using a Full-Scale Tire). Napravo za meritev vleče prikolica, ki je opremljena s hidravličnimi zavornimi diski. Programska oprema na podlagi sil, ki delujejo v stični ploskvi blokirane kolesa in vozne površine izračunava dinamično trenjsko numerično število (dynamic skid number SN). Tester trenja PFT omogoča meritve predvsem na krajših odsekih, vendar so te meritve boljše kot pri SCRIM napravi, ki daje bolj grobe rezultate na sicer daljšem odseku. Prednost testerja trenja je tudi v tem, da se meritve lahko izvajajo pri različnih hitrostih. Merilna naprava je prikazana na sliki 9.



Slika 9: Tester trenja PFT (Pavement friction tester)

- Metoda s peskom

Metoda s peskom se uporablja za meritev povprečne globine makroteksture. To je indirektni preskus torne sposobnosti, podrobno pa je opisan v TSC 06.620. Metoda s peskom ni primerna za porozne asfalte, ker v tem primeru preskusni rezultati ne odražajo dejanske globine makroteksture. Način merjenja makroteksture je prikazan na sliki 10.



Slika 10: Metoda s peskom

2.6 Ocena kakovosti

Po zaključku posameznih del ali faz del je treba izvršiti statistične analize rezultatov notranjih in zunanjih kontrolnih preskusov. Statistično analizo rezultatov kontrolnih preskusov praviloma pripravita izvajalca notranje in zunanje kontrole, vsak za svoje delo. Na podlagi te analize mora izvajalec izvesti še morebitne korektivne ukrepe.

2.7 Kontrola voziščne konstrukcije pred iztekom garancijskega roka

Pred iztekom garancijskega roka, ki traja praviloma pet let, je potrebno izvesti vse meritve, ki se nanašajo na lastnosti vozniških površin:

- ravnost planuma (kot je opredeljeno v poglavju 2.4.2 tega Programa)
- nagib planuma (kot je opredeljeno v poglavju 2.4.2 tega Programa)
- podajnost voziščne konstrukcije (kot je opredeljeno v poglavju 2.4.2 tega Programa)
- torna sposobnost vozne površine (kot je opredeljeno v poglavju 2.5 tega Programa)

3 PRAKTIČNA UPORABA PROGRAMA ZAGOTAVLJANJA KAKOVOSTI VOZIŠČNIH KONSTRUKCIJ

Uvod

Program sem uporabil na praktičnem primeru, in sicer v procesu notranje kontrole na gradbišču v fazi redne proizvodnje in vgradnje. Deloval sem pod okriljem podjetja Igmata d.d., ki je največji inštitut v zasebni lasti, registriran za izvajanje preiskav in certificiranje gradbenih materialov v Sloveniji. Podjetje ima centralni laboratorij stacioniran v Ljubljani, z manjšimi laboratoriji pa so prisotni na vseh večjih gradbiščih po državi. Zgodovina podjetja sega petdeset let nazaj, v tem času pa se je razvilo v visokostrokovno inštitucijo za kontrolo kakovosti gradbenih materialov in izvajanja gradbenih del. Podjetje Igmata d.d. je akreditirano po SIST EN ISO/IEC 17025, pred kratkim pa je postalo tudi priglašeni organ (notified body) za Direktivo Sveta Evrope o gradbenih proizvodih.

Moje sodelovanje pri notranji kontroli nad izvedbo gradbenih del je potekalo v decembru 2006 na odseku hitre ceste Razdrto-Vipava. Takrat ga je gradilo podjetje SCT, s katerim ima podjetje Igmata d.d. sklenjeno pogodbo za izvajanje notranje kontrole. V času mojega sodelovanja v sklopu notranje kontrole se je na odseku hitre ceste Razdrto – Vipava gradila vezana zgornja nosilna plast voziščne konstrukcije.

3.1 Opis odseka hitre ceste Razdrto - Vipava

Odsek hitre ceste Razdrto-Vipava se začne na meji med občinami Postojna, Vipava in Divača. Trasa poteka po pobočju Rebrnic, kjer so za gradnjo ceste zelo zahtevne geološke razmere. Zaradi zahtevnih geološko-geomehanskih pogojev trasa prečka pobočje Barnice v dveh predorskih ceveh in pobočje Tabor v nadaljnjih dveh predorskih ceveh. Pred prehodom v

predore in med predorskima cevema so predvideni štirje viadukti. Po izhodu iz predorskih cevi se trasa spušča v ravninski predel Mlak, pred spustom v ravnino pa je projektiran še en viadukt. Zaradi razgibanosti terena so projektirani tudi zelo strmi vzdolžni nagibi, in sicer do 6 %.

3.2 Opis delovanja notranje kontrole na gradbišču hitre ceste Razdrto - Vipava

Namen mojega sodelovanja v notranji kontroli ni bil kritika izvajalca oziroma notranje kontrole, ampak primerjava Programa in dejanskih razmer na terenu. Namen je bil tudi opozoriti na morebitne pomanjkljivosti in s tem še izboljšati kakovost slovenskih voziščnih konstrukcij. V tem poglavju bodo torej opisane korelacije med Programom in dejanskim stanjem na terenu ter potencialne poškodbe vozišča, ki bi se lahko pojavile zaradi določenih nepravilnosti v fazi gradnje.

3.2.1 Kontrola ravnosti planuma podlage za vezano zgornjo nosilno plast voziščne konstrukcije

Kontrola ravnosti asfaltne plasti se določa z merjenjem odstopanja pod 4 m dolgo merilno letvijo. V obravnavanem primeru se ravnost vezane spodnje nosilne plasti kot podložne plasti za vezano zgornjo nosilno plast ni merila.

Osnutek Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti določa, da naj bi ravnost kontrolirali že v fazi gradnje in ne šele v fazi investicijskega vzdrževanja. Sicer na vezani spodnji nosilni plasti ni bilo videti večjih neravnin, vendar pa bi bilo smotrno te meritve opraviti in s tem preprečiti morebitne stroške saniranja v fazi investicijskega vzdrževanja.

3.2.2 Kontrola priprave planuma podlage za vezano zgornjo nosilno plast voziščne konstrukcije

Planum podlage za vezano zgornjo nosilno plast voziščne konstrukcije ne sme biti prašen. Vse nečistoče je potrebno odstraniti, saj v nasprotnem primeru pride do slabše zlepljenosti med plastmi voziščne konstrukcije. V obravnavanem primeru podlaga ni bila primerno pripravljena, saj je na zgoščeni vezani spodnji nosilni plasti ležal sloj manjših zrn kamnitega materiala, kar je razvidno iz slike 11.



Slika 11: Neustrezno pripravljen planum podlage za vezano zgornjo nosilno plast

Osnutek Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti določa, da mora notranja kontrola v sklopu redne proizvodnje in vgradnje kontrolirati zlepljenost le, če je ta vnaprej pogojena. V Sloveniji se ta preiskava šele uvaja, vendar bi bilo vseeno potrebno večjo pozornost nameniti čistosti planuma podlage, ker se z nečistočami zlepljenost bistveno zmanjša.

Na obravnavanem odseku je zlepljenost še posebej pomembna, saj so vzdolžni nagibi veliki tudi do 6 %. Zaradi slabše zlepljenosti in velikih vzdolžnih nagibov se lahko v voziščni konstrukciji pojavijo povečane horizontalne napetosti. Te so na spodnjem robu asfaltne plasti tlačne, na zgornjem robu pa natezne. Te napetosti se aktivirajo ob prometni obtežbi in lahko povzročajo pospešeno propadanje voziščne konstrukcije.

- Vpliv povečanih tlačnih napetosti

Zaradi prekoračitve tlačne trdnosti vgrajene bituminizirane zmesi in ostalih v voziščno konstrukcijo vgrajenih materialov nastanejo na asfaltnih voziščih (krovnih plasteh) poškodbe, ki jih označujemo kot deformacije (preoblikovanja).

- Vpliv povečanih nateznih napetosti

Zaradi prekoračitve natezne trdnosti vgrajene bituminizirane zmesi in ostalih v voziščno konstrukcijo vgrajenih materialov, medmolekularne vezi slabijo in se pričnejo trgati. Z naraščanjem števila obremenitev (prehodov vozil) se ta efekt potencira in nastanejo poškodbe voziščne konstrukcije, ki jih imenujemo razpoke. Te razpoke povzročajo utrujanje materiala, kar pomeni razraščanje razpok, četudi obremenitev ostaja podobna. Velik vpliv na širjenje razpok povzročajo časovne spremembe lastnosti bitumna. Te povzročajo predvsem kisik v zraku, UV žarki in temperatura ter debelina filma. Zaradi navedenih vplivov nastane oksidativna otrditev bitumna, zaradi izhlapevanja dela preostalih olj iz bitumna, vgrajenega v bituminizirani zmesi na vozni površini, pa destilativna otrditev. Dodatno otrditev bitumna pa pogojuje tudi strukturno staranje, tj. povečanje koloidno dispergiranih delcev (asfaltenov in naftnih smol), ki se združijo v večje sprimke. Z otrditvijo bitumen pridobiva na notranji trdnosti, izgublja pa elastičnost in plastičnost. To ima za posledico povečano nevarnost nastanka razpok v bituminizirani zmesi na vozni površini, kajti ekstremno postaran bitumen je krhek.

3.2.3 Kontrola stabilnosti temeljnih tal

Znano je da je na območju Rebrnic teren zelo plazovit. Temeljna tla s strani izvajalca niso bila dovolj dobro stabilizirana, zato prihaja do velikih premikov v podlagi, ki povzročajo velike natezne napetosti v voziščni konstrukciji in s tem nastanek zelo širokih razpok. Te so prikazane na sliki 12, sliki 13 in na sliki 14.



Slika 12: Široke razpoke na voziščni konstrukciji



Slika 13: Široke razpoke na voziščni konstrukciji



Slika 14: Široke razpoke na voziščni konstrukciji

Razpoke so bile sanirane z zalivanjem z bitumensko zmesjo. Praviloma je gospodarno popraviti posamezne razpoke z zalivanjem samo, če jih v povprečju na določeni vozni površini ni več kot $1 \text{ m}^1/\text{m}^2$. Ta pogoj ni bil izpolnjen, kar je razvidno iz slike 12.

Najpomembnejše lastnosti bitumenskih zmesi za zalivanje razpok so:

- dobra zalivnost, da se zmes razlije v razpoki in se na površine v razpoki dobro prilepi
- dobra lepljivost, da se tudi pri večjih nihanjih temperature ne odtrga od površin v razpoki
- dobra raztegljivost, da lahko pri večjih nihanjih temperature izravnava premike obrabne plasti in brez razpok prevzame napetosti, ki jih pogojuje krčenje pri ohlajevanju
- stabilnost pri visokih temperaturah
- odpornost proti staranju in preperevanju.

Na sliki 15 je razvidno, da od prej navedenih zahtev predvsem ni bila izpolnjena zahteva po dobri zalivnosti, kar se lahko predvideva na podlagi praznih prostorov v razpoki.



Slika 15: Slaba sanacija razpoke

V sklopu kontrole stabilnosti temeljnih tal je potrebno še omeniti, da premiki v temeljnih tleh lahko povzročajo na voziščni konstrukciji tudi vrsto razpok, ki jih imenujemo krokodilova koža. To je vrsta mrežastih razpok, pri kateri mrežo oblikujejo večja okenca.

3.2.4 Kontrola prevoza bituminizirane zmesi

Za prevoz bituminizirane zmesi so se uporabila ustrezna vozila – prekucniki, opremljeni za zvrčanje nazaj (v finiŝer) in s primerno zaŝcito za bituminizirano zmes pred padavinami, hlajenjem in onesnaženjem. Vozila so imela vgrajene izolirane kesone, ki omogočajo, da se pri spremenjenih razmerah na gradbiŝču bituminizirana zmes lahko hrani tudi do nekaj ur. Ta lastnost je bila na obravnavanem gradbiŝču tudi zelo zaželena, saj je v čakalni vrsti pred finiŝerjem čakalo več termoprekucnikov, ki so morali počakati z raztovarjanjem bituminizirane zmesi tudi do pol ure. Termoprekucnik je prikazan na sliki 16.



Slika 16: Termoprekucnik

3.2.5 Kontrola vgradnje bituminizirane zmesi

Vremenski pogoji za vgrajevanje bituminizirane zmesi so bili izpolnjeni. Padavin ni bilo, temperatura ozračja in podlage pa je bila višja od 5 °C.

Zaradi zamud pošiljk bituminizirane zmesi iz obrata se je pojavilo več prekinitev dela finišerja na gradbišču. Delo na gradbišču bi moralo biti organizirano tako, da do teh zastojev ne bi prihajalo, saj se na delu, kjer se finišer ustavi, lahko pojavijo neravnine, ki lahko

povzročijo poškodbe voziščne konstrukcije, ko se na cesto spusti promet. Če že pride do prekinitve, je potrebno asfaltno plast pravokotno na os ceste odrezati in premazati z vezivom, česar izvajalec ni izvedel. Na sliki 17 je razvidna prekinitvev del finišerja.



Slika 17: Prekinitvev dela finišerja

3.2.6 Kontrola temperature bituminizirane zmesi pri vgradnji

Vgrajevana bituminizirana zmes je vsebovala bitumen tipa B 50/70. Priporočena temperatura bituminizirane zmesi, ki vsebuje tako vezivo, je pri vgradnji 155 °C, kar je natanko tudi vrednost, ki je bila izmerjena na gradbišču v sklopu notranje kontrole. Na sliki 18 je prikazan način meritve temperature bituminizirane zmesi pri vgradnji.



Slika 18: Meritve temperature bituminizirane zmesi pri vgradnji

3.2.7 Kontrola stikov

Prekinitev dela je bila izvedena po vsej širini vozišča, in sicer pravokotno na os ceste. Površina stika je bila enakomerno premazana z bitumenskim vezivom, tako da je bilo ravnanje izvajalca v tem primeru v celoti v skladu s Programom, prikazano pa je na sliki 19.



Slika 19: Priprava stikov

3.2.8 Kontrola valjanja bituminizirane zmesi

Bituminizirana zmes je bila zgoščevana od roba proti sredini plasti in od nižjega proti višjemu robu, oziroma legi plasti. Posamezni prehodi valjarjev so se prekrivali za 15 do 20 cm. Valjarji so imeli vgrajen sistem za močenje koles z vodo za preprečitev lepljenja bituminizirane zmesi na kolesa.

Delovanje valjarjev, ki ni bilo v skladu s Programom, je bilo ustavljanje na še nezgoščenih mestih. To povzroča neenakomernost v gostoti bituminizirane zmesi in nastanek neravnin. Na sliki 20 je razvidno ustavljanje valjarjev na še nezgoščeni bituminizirani zmesi, na sliki 21 pa neravnine, ki so nastale zaradi ustavljanja.



Slika 20: Ustavljanje valjarjev na še nezgoščeni bituminizirani zmesi



Slika 21: Neravnine, ki so nastale zaradi ustavljanja valjarjev

3.2.9 Kontrola gostote vgrajene in zgoščene bituminizirane zmesi

Notranja kontrola izvajalca je največjo pozornost posvečala gostoti vgrajene bituminizirane zmesi. Ta je bila merjena z izotopskim merilnikom, tipa Troxler 34411 – B a21. Izvajali smo po eno meritev na vsakih 200 m², kot tudi navaja Program. Vsak rezultat meritve gostote je predstavljal povprečje treh meritev na posameznem merilnem mestu. Gostoto vgrajene bituminizirane zmesi smo določili na podlagi razmerja med standardno meritvijo izotopskega merilnika, ki ni odvisna od gostote bituminizirane zmesi, in pa povprečno meritvijo merilnika na posameznem merilnem mestu. S pomočjo dobljene gostote bituminizirane zmesi je bilo možno tudi določiti stopnjo zgoščenosti bituminizirane zmesi. Ta predstavlja razmerje med gostoto, merjeno s pomočjo izotopskega merilnika, in prostorninsko maso po Marshallu, ki je bila predhodno določena v laboratoriju, v sklopu določanja predhodne sestave bituminizirane

zmesi. Izotopski merilnik, s katerim so bile opravljene meritve, je prikazan na sliki 22, standard, s pomočjo katerega so bile izvedene standardne meritve pa na sliki 23.



Slika 22: Izotopski merilnik tipa Troxler 34411 – B a21



Slika 23: Standard za meritve standardnih vrednosti

Meritve gostot vgrajene bituminizirane zmesi, izmerjene s pomočjo izotopskega merilnika, je potrebno korigirati z gostotami, izmerjenimi s pomočjo direktnih meritev na jedrih vgrajene bituminizirane zmesi. Meritve z izotopskim merilnikom morajo obvezno biti izvedene na mestih, kjer so kasneje bila odvzeta jedra iz asfaltne plasti. To umerjanje merilnika mora načeloma biti izvedeno za določeno bituminizirano zmes v fazi dokazne proizvodnje in vgradnje. Ker v obravnavanem primeru dokazna proizvodnja in vgradnja nista bili izvedeni, se je umerjanje izotopskega merilnika izvedlo ob pričetku rednega vgrajevanja bituminizirane zmesi. Teoretično bi morale vrednosti, izmerjene s pomočjo merilnika, popolnoma sovpadati z vrednostmi, izmerjenimi na jedrih. V praksi zaradi netočnosti meritev z izotopskim merilnikom to ne velja, zato je potrebno izmerjene vrednosti linearno korigirati z vrednostmi, izmerjenimi na jedrih. Ta odstopanja se v največji meri pojavijo zaradi prostega vodika v asfaltni plasti, ki ga izotopski merilnik zazna kot prosto vodo. Rezultat umerjanja je umeritvena premica, s pomočjo katere lahko na podlagi izmerjenih vrednosti z merilnikom enolično določimo dejansko gostoto vgrajene bituminizirane zmesi in posledično stopnjo zgoščenosti. Okoliščine mi niso dopuščale, da bi prisostvoval pri umerjanju izotopskega merilnika za obravnavani primer, zato preglednica 4 in grafikon 1 prikazujeta, kako je bila umeritvena premica določena v podobnem primeru za bituminizirano zmes tipa BB 11s.

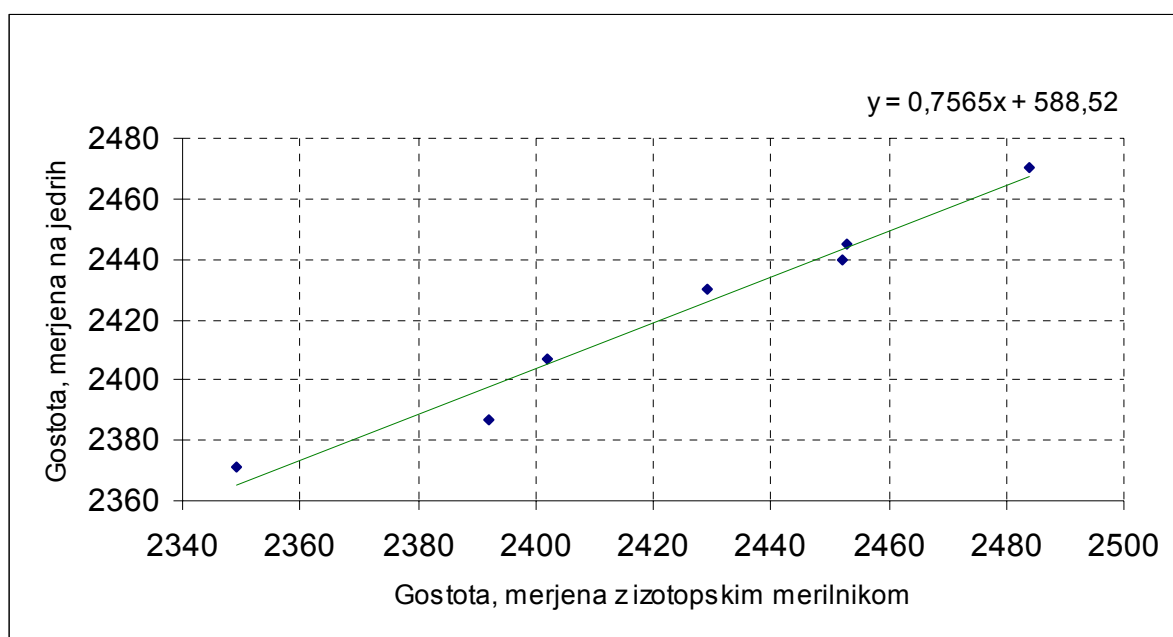
Preglednica 4: Korelacije med meritvami gostote z izotopskim merilnikom in meritvami na jedrih

Št. vrtine	1	2	3	4	5	6	7
Debelina plasti [cm]	3,7	4,3	4,0	4,0	4,0	3,8	3,9
Standardna meritev	5577	5577	5577	5577	5577	5577	5577
Gostota, merjena z izotopskim merilnikom [kg/m ³]	2392	2453	2452	2402	2429	2484	2349

se nadaljuje...

...nadaljevanje

Št. vrtine	1	2	3	4	5	6	7
Gostota, merjena na jedrih [kg/m ³]	2387	2445	2440	2407	2430	2470	2371



Grafikon 1: Umeritvena premica

Grafikon 1 prikazuje odstopanja meritev gostote z izotopskim merilnikom od meritev gostote na jedrih. V postopku določanja gostote vgrajene bituminizirane zmesi je upoštevana linearna korelacija med obema tipoma meritev, katere rezultat je prikazana umeritvena premica. S pomočjo navedene premice je možno pri merjenju z izotopskim merilnikom upoštevati tudi gostote, ki so bile izmerjene na jedrih.

Moja pripomba glede merjenja gostote vgrajene bituminizirane zmesi je bila ta, da je izvajalec med potekom gradnje ceste začel dobavljati bituminizirano zmes iz druge asfaltne baze. Umeritvena premica je bila izvedena za prvotno bituminizirano zmes, tako da obstaja možnost, da je pri meritvi gostote druge bituminizirane zmesi prišlo do netočnih rezultatov. Razlika v zmesih je razvidna na sliki 24.



Slika 24: Uporaba dveh različnih bituminiziranih zmesi

Stikanje različnih vrst vgrajenih bituminiziranih zmesi lahko privede tudi do kasnejših poškodb voziščne konstrukcije. Zaradi različnih mehanskih in fizikalnih lastnosti dveh zmesi lahko pride do razpok, ob staranju bitumna in povečanju prehodov prometa pa tudi do drobljenja asfaltne plasti in v končni fazi do udarne jame.

3.2.10 Kontrola podajnosti voziščne konstrukcije

Podajnost voziščne konstrukcije se določa predvsem za določitev dobe trajanja, ki mora biti v skladu s pogodbenimi določili. Doba trajanja je časovno obdobje med izvršeno meritvijo in utrujenostjo materiala.

V obravnavanem primeru se podajnost voziščne konstrukcije ni merila. V Sloveniji velja praksa, da se podajnost meri v sklopu rednega vzdrževanja oziroma investicijskega

vzdrževanja in se s tem določa morebitne sanacijske ukrepe (ojačitve oz. preplastitve). Po mojem mnenju bi bilo potrebno meritve podajnosti izvesti pred prevzemom gradbenega objekta in s tem izvesti kontrolo pogodbene dobe trajanja voziščne konstrukcije. Ob morebitnih nepravilnosti bi stroške sanacije kril izvajalec, investitor pa bi se izognil stroškom v fazi investicijskega vzdrževanja.

3.2.11 Kontrola torne sposobnosti vozne površine

Podobno kot pri meritvah podajnosti, se tudi torna sposobnost vozne površine meri po potrebi v fazi rednega in investicijskega vzdrževanja. Moj predlog je, da se meritve odpora proti drsenju in globine hrapavosti vozne površine izvedejo v roku po izgradnji, ki ga določi nadzorni organ, in pred iztekom garancijskega roka. V primeru neustrezne torne sposobnosti vozne površine mora izvajalec izvesti potrebne ukrepe, kot so strojna obdelava vozne površine z rezkanjem ali posip in uvaljanje drobirja.

4 SKLEP

V Sloveniji se je v zadnjih letih stopnja notranje in zunanje kontrole bistveno povečala. Glede na vsebino, ki jo določa osnutek Smernic in tehničnih pogojev za graditev asfaltnih krovnih plasti in Tehnične specifikacije za ceste, pa se kontrola izvaja premalo obsežno. Na podlagi mojega opazovanja poteka gradbenih del na odseku hitre ceste Razdrto – Vipava sem pomanjkljivo delovanje notranje kontrole opazil že pri pripravi planuma za vezano zgornjo nosilno plast. Planum podlage za vezano zgornjo nosilno plast voziščne konstrukcije ne sme biti prašen. Vse nečistoče je potrebno odstraniti, saj v nasprotnem primeru pride do slabše zlepljenosti med plastmi voziščne konstrukcije. V obravnavanem primeru podlaga ni bila primerno pripravljena, saj je na zgoščeni vezani spodnji nosilni plasti ležal sloj manjših zrn kamnitega materiala. V nadaljevanju mojih opazanj sem pomanjkljivosti zaznal pri stabilnosti temeljnih tal. Na področju trase temeljna tla niso bila ustrezno stabilizirana, zato je prihajalo med gradnjo voziščne konstrukcije do večjih premikov podlage. Na področju hitre ceste Razdrto – Vipava je geološka sestava terena tako problematična, da sta se zunanja kontrola in izvajalec odločila, da se dodatna stabilizacija temeljnih tal ne bo izvedla, saj bi stroški tega gradbenega posega presegli stroške, ki bodo potrebni v fazi investicijskega vzdrževanja zaradi saniranja razpok. Uporabniki cest nad to odločitvijo ne bodo navdušeni, vendar pa je ta s finančnega vidika najbolj smiselna. Kljub temu pa izvajalec ni ustrezno saniral razpok, ki so se zaradi plazenja terena pojavile na vozni površini.

Največja odstopanja med delovanjem notranje kontrole in priporočenim delovanjem, opisanim v Programu, sem zaznal pri meritvah ravnosti, torne sposobnosti in podajnosti vozne površine. Te meritve se izvajajo deloma šele v fazi investicijskega vzdrževanja, in še takrat po potrebi. Moj predlog bi bil, da se te meritve izvedejo po izgradnji voziščne konstrukcije in pred iztekom garancijskega roka. Z vidika podajnosti se v tem primeru kontrolira izvajalčeva garancija za trajanje voziščne konstrukcije, z vidika ravnosti pa preprečuje nastajanje nadaljnjih neravnin, ki nastanejo zaradi prometnih obremenitev. Poskusi, da bi torno sposobnost mokre vozne površine napovedali neposredno na osnovi značilnosti uporabljenih materialov, so bili doslej neuspešni, zato so meritve torne sposobnosti po izgradnji voziščne

konstrukcije in pred iztekom garancijskega roka še posebej pomembne. Na podlagi teh meritev je možno določiti potrebne gradbene ukrepe.

Moje pripombe se nanašajo tudi na meritve gostote vgrajene bituminizirane zmesi. Izvajalec je med potekom gradnje voziščne konstrukcije začel dobavljati bituminizirano zmes iz druge asfaltne baze. Umeritvena premica je bila izvedena za prvotno bituminizirano zmes, tako da je obstajala možnost, da je pri meritvi gostote druge bituminizirane zmesi prišlo do netočnih rezultatov.

Kljub kritiki notranje kontrole menim, da so pomanjkljivosti, ki so se pojavljale na gradbišču, v prvi vrsti posledica nepazljivosti izvajalca. Zato mislim, da se mora izvajati tudi denarne kazni za izvajalce gradbenih del, ki bi zaradi neupoštevanja tehnične regulative izvedli voziščne konstrukcije nižje kakovosti. S tem je izvajalec bolj motiviran za gradnjo kakovostne voziščne konstrukcije.

Predlogi za denarne kazni zaradi pomanjkljive kakovosti voziščne konstrukcije so obrazloženi v Tehničnih specifikacijah za ceste. Konkretno se cenovni odbitki v TSC 06.330 nanašajo na gradnjo vezane spodnje nosilne plasti z bitumenskimi vezivi, v TSC 06.310 na gradnjo vezane zgornje nosilne in nosilnoobrabne plasti z bitumenskimi vezivi in v TSC 06.416 na gradnjo vezane asfaltne obrabne in zaporne plasti - tankoplastne prevleke. Cenovni odbitki se nanašajo na neustreznost vsebnosti votlin v vgrajeni bituminizirani zmesi, na neustrezno zapolnjenost votlin v zmesi kamnitih zrn z bitumenskim vezivom, na premajhno zgoščenost in debelino vgrajene bituminizirane zmesi ter na neustrezno ravnost vgrajene asfaltne plasti. Po mojem mnenju bi bilo smotno te cenovne odbitke razširiti še na področje neustrezne torne sposobnosti vozne površine in na področje neustrezne podajnosti voziščne konstrukcije.

Problem se pojavi, ker uporaba zgoraj omenjenih Tehničnih specifikacij ni obvezna. Vsebina Tehničnih specifikacij postane obvezna šele kot sestavni del pogodbene dokumentacije med naročnikom voziščne konstrukcije in izvajalcem. Kakovost voziščne konstrukcije je poleg uporabnikov ceste tudi v interesu naročnika, zato mora zagotoviti, da so zgoraj omenjeni cenovni odbitki zajeti v pogodbeni dokumentaciji med njim in izvajalcem del.

Pri mojem sodelovanju pod okriljem notranje kontrole sem velik problem videl tudi v slabi usposobljenosti nekaterih delavcev na gradbišču, ki se je kazala predvsem v nepravilnem valjanju bituminizirane zmesi. Ena izmed primarnih nalog države je, da zagotovi varnost njenih državljanov. V tem konkretnem primeru se varnost državljanov zagotavlja skozi ceste. Zato mislim, da bi morala država zahtevati ustrezno izobrazbo delavcev na tem področju, ker lahko sami zelo veliko pripomorejo h končni kakovosti voziščne konstrukcije in s tem zadovoljstvu uporabnikov slovenskih cest.

OPIS POJMOV

- bituminizirana zmes – je zmes kamnitih zrn polnila, peska, drobirja in/ali proda ter bitumenskega veziva in morebitnih potrebnih dodatkov, praviloma proizvedena po vročem postopku v proizvodnem obratu;
- certifikacijski organ – je priznan organ, ki vodi certifikacijski postopek in izda certifikat;
- certifikat o skladnosti – je dokument, izdan po pravilih sistema certificiranja, in priča, da je natančno določen proizvod, proces ali storitev skladna z zahtevami določenega standarda ali drugega normativnega dokumenta;
- delovni stik – je zaradi pogojev dela narejeno vzdolžno ali prečno stikanje enakega materiala;
- doba trajanja – je čas načrtovane primerne uporabnosti vozne površine v pogledu varnosti, udobnosti in gospodarnosti vožnje;
- frakcija kamnitih zrn – je označba zmesi zrn na osnovi spodnje (d) in zgornje (D) velikosti stranic kvadratne odprtine sita, izražene kot d/D; ta označba vključuje možnost, da nekatera zrna ostanejo na zgornjem situ (nadmerna zrna) in da gredo skozi spodnje sito (podmerna zrna);
- globina hrapavosti – je količnik prostornine poglobitev pod vrhom konic zrn na površini vozišča in pripadajoče površine; je tudi merilo grobe hrapavosti, določene s postopkom razgrnitve peska ali z meritvijo iztoka vode po Mooru;
- gradbeni proizvod – je vsak proizvod, namenjen trajni vgradnji v objekt;
- harmoniziran evropski standard – je standard, ki ga pripravi evropska organizacija za standardizacijo (CEN) na podlagi mandata komisije EU;
- hladen delovni postopek – pomeni, da v postopku priprave bituminizirane zmesi ni segreta niti zmes kamnitih zrn niti bitumensko vezivo;
- investicijsko vzdrževanje – zajema gradbene ukrepe, ki jih mora izvajati lastnik v dobi trajanja voziščne konstrukcije z namenom ohranitve uporabne vrednosti voziščne konstrukcije (preplastitve, ojačitve);
- IRI – mednarodni indeks ravnosti – je indeks, ki opisuje vzdolžne ravnosti vozne površine, iz vrednotene z matematično simulacijo odziva vozila na vzdolžni profil vozišča v eni kolesni sledi, upoštevajoč model simulacije četrtine avtomobila;

- izjava o skladnosti – je listina, s katero proizvajalec potrdi skladnost proizvoda s tehnično specifikacijo;
- Izvajalec – je pravna ali fizična oseba, ki je z naročnikom sklenila pogodbo z obveznostjo, da bo izvršila določeno storitev po pogodbenih določilih, odobrenih načrtih in drugih pogojih, ki so sestavni del pogodbe, ali tudi pravna oseba, odgovorna za izdelek, postopek in storitev, ki je sposobna upoštevati pogoje za zagotavljanje kakovosti;
- krovna plast – vrhnji del voziščne konstrukcije na prometni površini, ki prometne obremenitve neposredno prevzema in jih prenaša (zaradi raznosa ustrezno zmanjšane) na spodaj vgrajene plasti; preprečuje vdiranje vode v voziščno konstrukcijo; po pravilu sestoji krovna plast iz obrabne in vezane nosilne plasti;
- nosilna plast – plast (različne sestave, z vezivom ali brez njega) med obrabno plastjo in posteljico ali planumom podlage pod voziščno konstrukcijo, vgrajena predvsem za zagotovitev potrebnega raznosa prometnih obremenitev;
- notranja kontrola – so dejavnosti proizvajalca pri proizvodnji v obratu in/ali izvajalca del pri vgrajevanju proizvoda na gradbišču, namenjene obvladovanju in ugotavljanju skladnosti proizvodnje;
- obrabna plast - obstojna in prometno varna vrhnja plast voziščne konstrukcije na cesti ali obloge na premostitvenem objektu; njena sestava je odvisna od prometne in klimatske obremenitve ter osnovnega namena uporabe (vezana/nevezana, zaprta/odprta);
- planum – površina z določenimi predpisanimi značilnostmi kakovosti glede višine, ravnosti, zgoščenosti, nosilnosti, itd.;
- predhodna sestava – pomeni skrbno izbiro materialov in njihovo razmerje v sestavi, potrebni za zagotovitev načrtovanih lastnosti;
- preostala doba trajanja – je časovno obdobje med izvršeno meritvijo (npr. podajnosti vozne površine) in utrujenostjo (poružitvijo) vgrajenega materiala;
- sestava zmesi zrn – pomeni v razrede porazdeljeno zmes kamnitih zrn, ponazorjeno s krivuljo v ustreznem diagramu;
- staranje – sprememba lastnosti gradbenih materialov s časom zaradi kemičnih in/ali fizikalnih učinkov; pretežno poslabšanje mehanskih lastnosti, npr. trdnosti in židkosti (lepljivosti in žilavosti);
- tehnična specifikacija – je veljavni dokument, ki predpisuje tehnične zahteve za gradbeni proizvod, kakor tudi postopke notranje in zunanje kontrole ter postopke ugotavljanja in

potrjevanja skladnosti; tehnična specifikacija je lahko standard, njegov del ali od standarda neodvisen dokument;

- udarna jama – je poškodba asfaltne obrabne ali krovne plasti lokalnega značaja, zaradi katere nastane na vozišču jama z ostrimi robovi, velika do 2 m² ter globoka do 2 cm;
- voziščna konstrukcija – (zgornji ustroj) – del utrditve prometne površine, ki sestoji iz ene ali več nosilnih plasti in obrabne plasti; prevzema in prenaša prometne obremenitve na posteljico in/ali podlago (nasip, temeljna tla) ter preprečuje pronicanje vode do podlage;
- vroč delovni postopek – pomeni, da je v postopku priprave bituminizirane zmesi segreta tako zmes kamnitih zrn kot bitumensko vezivo;
- zmes kamnitih zrn/mineralni agregat – je zrnati kamniti material, ki se uporablja pri gradnji; zmesi kamnitih zrn so lahko naravne, umetne ali reciklirane, sestavljene pa iz enega ali več razredov zrn ali frakcij;
- zunanja kontrola – so dejavnosti institucije, namenjene nadzoru nad notranjo kontrolo, ki vodijo k potrditvi skladnosti proizvoda ali odobritvi notranje kontrole proizvodnje in/ali prevzemanju vgrajenega gradbenega proizvoda.

VIRI

Dimic, D. 1994. Prevod – Smernica sveta, z dne 21. decembra 1989. Grad. vestn., 43, 1-2: 8-18.

Pravilnik o potrjevanju skladnosti in označevanju gradbenih proizvodov. UL RS št. 54/2001: 5645-5649.

Summers, C.J. Guide to Highways Maintenance. Skid resistance and high friction surfacing. <http://www.highwaysmaintenance.com/skidtext.htm#MEASURING%20SKID%20RESISTANCE> (17.11.2006).

Zakon o gradbenih proizvodih (ZGPro). UL RS št. 52/2000: 6936-6941.

Zavod za gradbeništvo Slovenije. Odsek za vzdrževanje in gospodarjenje s cestami. http://www.zag.si/dl/lablist/ods_cesta2.pdf (17.11.2006).

Žmavc, J. 2006. Smernice in tehnični pogoji za graditev asfaltnih krovnih plasti. Osnutek smernic. Ljubljana, DDC svetovanje inženiring: 63 str.

Žmavc, J. 1987. Poškodbe na asfaltnih voziščih. Priročnik. Ljubljana, DDC svetovanje inženiring: 33 str.

Žmavc, J. 1989. Splošni tehnični pogoji. Pravilnik. Ljubljana, Skupnost za ceste Slovenije: 65 str.

Žmavc, J. 1997. Gradnja cest : voziščne konstrukcije. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG, DRC, Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije, d.o.o.: 360 str.

Žnidarič, J. 1994. Smernica sveta evropske skupnosti o gradbenih proizvodih. Gradb. vestn., 43, 1-2: 4-7.

Standardi:

SIST EN 13108-20. 2006 (E). Bitumenske zmesi – Specifikacije materialov – 20. del: Začetni preskus: 27 str.

SIST EN 13108-21. 2006 (E). Bitumenske zmesi – Specifikacije materialov – 21. del: Kontrola proizvodnje v obratu: 25 str.

PSIST ISO/DIS 9001. 2000 (E). Sistemi vodenja kakovosti – Zahteve: 44 str.

TSC 06.330. 2003. Vezane spodnje nosilne plasti z bitumenskimi vezivi: 24 str.

TSC 06.541. 2003. Projektiranje: Dimenzioniranje ojačitev obstoječih asfaltnih voziščnih konstrukcij: 13 str.

TSC 06.610. 2003. Lastnosti voznih površin: Ravnost: 11 str.

TSC 06.713. 2005. Meritve gostote: Postopki kontinuiranih površinskih dinamičnih meritev: 18 str.

TSC 08.311/1. 2005. Redno vzdrževanje cest. Vzdrževanje prometnih površin. Asfaltna vozišča: 43 str.

PRILOGA A: GRAFIČNI PRIKAZ PRGRAMA ZAGOTAVLJANJA KAKOVOSTI VOZIŠČNIH KONSTRUKCIJ

