



Ghidul bitumurilor

Krzysztof Błażejowski
Jacek Olszacki
Hubert Peciakowski

Ghidul biturilor

Autori:

dr. ing. Krzysztof Błażejowski

dr. ing. Jacek Olszacki

master ing. Hubert Peciakowski

Consultant:

Prof. dr. ing. Mihai Iliescu

Traducere:

Antonina Erena, Kaznowski & Associates s.c.

Copyright by ORLEN Asphalt sp. z o.o.

ul. Chemików 7

09-411 Płock, Polonia

www.orlen-asfalt.ro

2013

Atât autorii, cât și ORLEN Asphalt Sp. z o.o., au depus toate eforturile, pentru ca informațiile incluse în ghid să fie exacte și sigure. Aceștia nu răspund însă de efectele utilizării informațiilor incluse în această publicație, în special de pierderile de orice natură. Cititorul utilizează datele incluse în publicație pe propria răspundere.

SCRISOARE DIN PARTEA PREȘEDINTELUI CONSILIULUI DIRECTOR

Stimate doamne/Stimați domni,

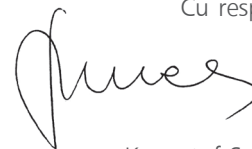
ne face plăcere să vă prezentăm publicația tehnică Ghidul Biturilor – redactat și editat de Compania ORLEN Asphalt.

Ghidul Biturilor este o culegere sistematizată de informații privind lianții bituminoși și de informații referitoare la folosirea eficientă a acestora în practică. Acesta este rezultatul muncii și experienței angajaților Departamentului de Tehnologie, Analiză și Dezvoltare din compania noastră și a fost elaborat cu gândul la persoanele care lucrează zi de zi în proiectarea, producția și punerea în operă a mixturilor asfaltice. Având în vedere conținutul său și modul în care fost scris, constituie, de asemenea, o propunere interesantă pentru toți cei care doresc să se familiarizeze cu oferta actuală de lianți bituminoși a companiei ORLEN Asphalt, caracteristicile acestora și stadiul actual de standardizare.

Ne dorim, de asemenea, ca acest Ghid să reprezinte un răspuns la nevoia din ce în ce mai mare de cunoștințe referitoare la utilizarea lianților bituminoși nu numai în Polonia, ci și în alte țări din Europa Centrală și de Est. Sperăm că acest ghid se va dovedi un compendiu util de cunoștințe privind construcția de drumuri, iar Compania ORLEN Asphalt își declară deplina disponibilitate pentru colaborare și pentru alegerea produselor care răspund cel mai bine cerințelor dumneavoastră.

Suntem mândri că putem să împărtășim cu dumneavoastră o serie de informații atât de valoroase.

Cu respect,



Krzysztof Suszek
Președintele Consiliului Director

CUPRINS

Informații despre compania ORLEN Asphalt	8
1. Producția de bitumuri	10
1.1. Producția de bitumuri rutiere și multigrad	11
1.1.1. Instalația de oxidare continuă a rezidului de vid conform tehnologiei Biturox	11
1.1.2. Instalația de oxidare periodică a rezidului de vid – oxidatori.....	12
1.2. Modificarea bitumului cu polimeri	12
1.2.1. Instalația de modificare a biturilor cu polimeri.....	12
2. Proprietăți și metode de bază pentru încercarea biturilor	14
2.1. Introducere	14
2.2. Terminologie	14
2.3. Proprietăți de bază.....	14
2.3.1. Penetrația la 25°C.....	14
2.3.2. Punctul de înmuiere.....	15
2.3.3. Punct de rupere.....	16
2.3.4. Punct de inflamabilitate.....	18
2.3.5. Solubilitate.....	18
2.3.6. Intervalul de plasticitate.....	20
2.3.7. Indicele de penetrație Ip	20
2.3.8. Viscositate dinamică la 60°C.....	20
2.3.9. Densitatea.....	20
2.3.10. Îmbătrânirea tehnologică RTFOT	21
2.3.11. Proprietăți după RTFOT.....	23
2.4. Proprietăți adiționale pentru biturile modificate cu polimeri.....	23
2.4.1. Revenirea elastică.....	23
2.4.2. Revenire elastică la 25°C după îmbătrânirea RTFOT	25
2.4.3. Rezistența la tracțiune.....	25
2.4.4. Stabilitatea în timpul depozitării biturilor modificate	26
2.4.5. Microstructura biturilor modificate	27
2.5. Alte proprietăți ale biturilor.....	28
2.5.1. Conținutul de parafină.....	28
2.5.2. Adezivitatea bitumului la agregatele minerale	28
2.5.3. Metoda de îmbătrânire PAV.....	30
2.5.4. Metoda BBR.....	31
2.5.5. Metoda DSR	31
2.5.6. Conținutul de componente insolubile în n-heptan.....	31

3. Descrierea standardului EN 12591:2009	32
3.1. Sistematizarea marcării biturilor rutiere	32
3.2. Cerințe	33
3.2.1. Modificările cerințelor referitoare la proprietățile biturilor rutiere	33
3.2.2. Documente naționale aplicative la standardul EN 12591:2009	34
3.3. Evaluarea conformității și Anexa ZA	36
4. Descrierea standardului EN 14023:2010	38
4.1. Sistematizarea marcării biturilor modificate	38
4.2. Cerințe	38
5. Descrierea standardului EN 13924:2006	45
5.1. Clasificarea biturilor rutiere dure	45
5.2. Cerințe	46
5.2.1. Documente naționale aplicative la norma EN 13924:2006	47
5.3. Evaluarea conformității și Anexa ZA	47
6. Descrierea proiectului de standard prEN 13924-2	48
6.1. Clasificarea biturilor multigrad	48
6.2. Cerințe	49
6.2.1. Documentele aplicative naționale pentru biturile multigrad	49
6.3. Evaluarea conformității și Anexa ZA	50
7. Bitumuri rutiere conform EN 12591:2009	51
7.1. Descriere generală a biturilor rutiere	51
7.2. Proprietăți	52
7.2.1. Bitum rutier 20/30	52
7.2.2. Bitum rutier 35/50	55
7.2.3. Bitum rutier 50/70	58
7.2.4. Bitum rutier 70/100	61
7.2.5. Bitum rutier 100/150	64
7.2.6. Bitum rutier 160/220	66
8. Bitumuri modificate cu polimeri ORBITON conform EN 14023:2010	69
8.1. Descriere generală	69
8.2. Destinație	70
8.3. Proprietăți	70
8.3.1. ORBITON PMB 10/40-65 (PL-RO)	71
8.3.2. ORBITON PMB 25/55-60 (PL)	74
8.3.3. ORBITON PMB 25/55-65 (RO)	78
8.3.4. ORBITON PMB 45/80-55 (PL)	78
8.3.5. ORBITON PMB 45/80-65 (PL-RO)	82
8.3.6. ORBITON PMB 65/105-60 (PL)	85
8.4. Alte proprietăți ale biturilor modificate ORBITON	89

9. Bitumuri multigrad BITREX.....	91
9.1. Descriere generală.....	91
9.2. Destinație.....	92
9.3. Proprietăți.....	92
9.3.1. BITREX 20/30.....	93
9.3.2. BITREX 35/50.....	94
9.3.3. BITREX 50/70.....	97
9.4. Alte proprietăți ale biturilor multigrad BITREX.....	100
10. Rezultatele încercărilor asupra biturilor din mixturile asfaltice.....	102
10.1. Introducere.....	102
10.2. Analiza rezistenței la ormieraj.....	102
10.2.1. Încercări comparative ale tuturor lianților utilizați în AC 16.....	103
10.2.2. Încercări comparative între lianți.....	104
10.3. Încercările de determinare a rezistenței la fisurare la temperaturi joase.....	113
10.3.1. Încercări comparative ale tuturor lianților efectuate pe AC 16.....	113
10.4. Rezumat.....	115
11. Proprietățile biturilor conform superpave.....	116
11.1. Superpave.....	116
11.2. Analiza proprietăților la temperaturi joase.....	117
11.3. Analiza proprietăților la temperaturi ridicate și intermediare.....	118
11.4. Încercarea MSCR (Multiple Stress Creep Recovery test).....	121
11.5. Clasificarea biturilor ORLEN Asphalt conform sistemului PG.....	124
12. Tehnologia de utilizare a biturilor.....	125
12.1. Sugestii de laborator.....	125
12.1.1. Stabilirea temperaturilor tehnologice.....	125
12.1.2. Probe de bitum în laborator.....	127
12.1.3. Adezivitatea bitumului la agregatele minerale.....	128
12.2. Depozitarea bitumului.....	128
12.3. Producția mixturii asfaltice.....	131
12.4. Transportul mixturii asfaltice.....	131
12.5. Punerea în operă (Așternerea).....	133
12.6. Temperaturi tehnologice.....	134

13. Viscositate bitumuri	135
13.1. Câteva cuvinte despre reologie.....	135
13.2. Introducere și definiții ale viscozității.....	136
13.3. Regula de măsurare a viscozității	137
13.4. Tipuri de viscositate și dependențele între acestea	138
13.5. Metode uzuale pentru determinarea viscozității.....	139
13.5.1. Determinarea viscozității cinematice cu ajutorul viscozimetrului de tip BS/IP/RF	139
13.5.2. Determinarea viscozității dinamice cu ajutorul viscozimetrului vacuum Cannon-Manning.....	140
13.5.3. Determinarea viscozității dinamice prin metoda con placă cu ajutorul reometrului.....	142
13.5.4. Determinarea viscozității dinamice cu ajutorul viscozimetrului rotativ Brookfield	143
13.6. Rezultatele încercărilor pentru determinarea viscozității lianților produși de ORLEN Asphalt	144
14. Alte proprietăți ale biturilor	145
14.1. Densitatea biturilor.....	145
14.2. Solubilitatea biturilor.....	146
14.3. Alte proprietăți fizice.....	147
15. Controlul calității livrărilor de bitumuri conform standardului EN ISO 4259	148
15.1. Reguli de recepție calitativă conform standardului EN ISO 4259.....	148
15.2. Stabilirea cerințelor	148
15.3. Evaluarea produsului de către clientul bitumului.....	149
15.4. Cazuri litigioase.....	150
15.5. Exemplu cu punctul de rupere.....	150
15.6. Valorile selectate ale reproductibilității pentru proprietăți selectate ale biturilor	151
16. Securitatea în muncă.....	152
16.1. Introducere	152
16.2. Arsuri cu bitumuri (contactul cu pielea, ochii).....	153
16.3. Incendiu.....	154
16.4. Spumarea în prezența apei	154
16.5. Vaporii de bitum (ceață bituminoasă, fum).....	155
16.5.1. Hidrogen sulfurat.....	155
Referințe	156
Autorii Ghidului Biturilor.....	160

INFORMAȚII DESPRE COMPANIA ORLEN ASFALT

Cine suntem

ORLEN Asphalt Sp. z o.o. face parte din Grupul de Companii ORLEN și este una dintre cele mai mari firme de producție și distribuție de bitumuri din Polonia. Societatea cu denumirea ORLEN Asphalt a fost înregistrată în Registrul Juridic Național, Secția Economică XIV sub nr. KRS 0000044178 la data de 21 iulie 2003. Asociații societății sunt PKN ORLEN S.A. care deține 82,46% din părțile sociale și Rafinăria Trzebinia – 17,54% părți sociale.

ORLEN Asphalt este, de asemenea, proprietarul societății cehe ORLEN Asphalt Česká republika, apărută ca urmare a achiziției în procent de 100% a părților sociale ale societății Paramo Asphalt, care vindea bitumuri produse la Litvinov și Pardubice.

Scopul nostru

Scopul ORLEN Asphalt este creșterea vânzărilor pe piețele europene, construirea imaginii de furnizor important în Europa și menținerea poziției de leader pe piața națională.

Ne străduim ca motto-ul nostru „Bitumuri – calitate în fiecare detaliu” să se aplice tuturor aspectelor activității noastre. Furnizăm clienților noștri atât produse de cea mai înaltă calitate, cât și cele mai ridicate standarde de servicii către clienți.

Suntem o societate transparentă și realizăm toate activitățile cu respectarea principiilor de coordonare corporativă ale Grupului de Companii PKN ORLEN S.A. și de responsabilitate socială a business-ului, îngrijindu-ne de dezvoltarea angajaților noștri și protejând mediul înconjurător.

Începând cu anul 2005 societatea funcționează conform Sistemului de Management integrat, în baza normelor ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001.

Marcă recunoscută pe piață

Confirmarea calității ridicate a produselor oferite de ORLEN Asphalt o reprezintă numeroasele premii și distincții acordate de instituții de prestigiu și de mass-media de specialitate. Lista dovezilor de recunoaștere a început în anul 2004 prin distincția acordată pentru bitumurile modificate cu elastomer ORBITON în cadrul concursului EUROPRODUS, organizat sub patronatul Ministrului Economiei și al Agenției Polone de Dezvoltare a Antreprenoriatului. Bitumurile modificate ORBITON au fost distinse și cu Medalia de Aur în cadrul ediției cu numărul XI a Târgului Internațional de Construcții de Drumuri Autostrada-Polonia și cu statueta „Nivel Înalt” la categoria „Produs Verificat”, acordată de „Revista Autostrăzi” și Asociația Inginerilor și Tehnicienilor

Rutieri din Polonia pentru merite și produse deosebite. În anul 2011 Societatea ORLEN Asphalt a fost distinsă cu Emblema de Aur QI pentru cea mai ridicată calitate a produselor oferite, în cadrul programului realizat sub patronatul Ministerului de Dezvoltare Regională, al Agenției Polone de Dezvoltare a Antreprenoriatului și a Clubului Forum Polonez ISO 9000.

În Polonia, compania a obținut de două ori titlul „Firma de Construcții a Anului”, obținând și Medalia de Aur la Expoziția Internațională de Invenții din anul 2007.

Produsele noastre

În prezent oferta firmei este reprezentată de bitumuri rutiere, bitumurile modificate ORBITON, bitumurile multigrad BITREX și bitumuri industriale. În urma consolidării efectuate a segmentului de bitumuri, ne-am extins oferta de produs cu bitumurile din Cehia (unitățile de producție Pardubice și Litvinov) și Lituania (unitatea de producție Možeiki).

Produse Polonia

Bitumuri rutiere

Bitum rutier 20/30
Bitum rutier 35/50
Bitum rutier 50/70
Bitum rutier 70/100
Bitum rutier 100/150
Bitum rutier 160/220

Bitumuri modificate

ORBITON PMB 10/40-65
ORBITON PMB 25/55-60
ORBITON PMB 45/80-55
ORBITON PMB 45/80-65
ORBITON PMB 65/105-60

Bitumuri multigrad

Bitrex 20/30
Bitrex 35/50
Bitrex 50/70

Produse Cehia (Pardubice)

Bitumuri rutiere

Bitum rutier 10/20
Bitum rutier 20/30
Bitum rutier 30/45
Bitum rutier 35/50
Bitum rutier 50/70
Bitum rutier 70/100
Bitum rutier 100/150
Bitum rutier 160/220

Bitumuri oxidate

Bitum oxidat 85/15
Bitum oxidat 85/25
Bitum oxidat 85/40
Bitum oxidat 95/35
Bitum oxidat 100/25
Bitum oxidat 105/15

Produse Cehia (Litvínov)

Bitumuri rutiere

Bitum rutier 50/70
Bitum rutier 70/100
Bitum rutier 160/220

Produse Lituania (Mažeikiai)

Bitumuri rutiere

Bitum rutier 35/50
Bitum rutier 50/70
Bitum rutier 70/100
Bitum rutier 160/220

1 PRODUCȚIA DE BITUMURI

ORLEN Asphalt produce o serie de lianți: bitumuri rutiere, bitumuri modificate ORBITON, bitumuri multigrad BITREX și bitumuri oxidate (industriale). Producția de bitumuri se desfășoară în două unități de producție, la Płock și Trzebinia, în care a fost implementat Sistemul de Management integrat conform normelor ISO 9001, ISO 14001 și OHSAS 18001.



Figura 1.1. Certificat ISO 9001

Conform Directivei privind produsele pentru construcții și sistemele de evaluare a conformității, la ORLEN Asphalt a fost implementat Sistemul de Control al Producției în Fabrică (CPF), iar unitățile de producție de la Płock și Trzebinia dețin certificate CPF pentru lianții rutieri produși (Tabelul 1.1).

Tabelul 1.1. Lista Certificatelor CPF pentru Unitatea de Producție din Płock și Trzebinia.

	Nr. Certificat CPF pentru Płock	Nr. Certificat CPF pentru Trzebinia
Bitumuri rutiere	1434-CPD-0107	1434-CPD-0108
Bitumuri modificate cu polimeri ORBITON	1434-CPD-0133	1434-CPD-0134
Bitumuri multigrad BITREX (certificat național – lipsă normă EN)	F-013-BG-015	F-013-BG-026

Bitumurile ORLEN Asphalt sunt produse din surse convenționale de materie primă, și anume din reziduurile obținute în timpul prelucrării petrolului. Acesta este un reziduu de vid care provine din instalația de distilare de tip țevă-turn.

1.1. Producția de bitumuri rutiere și multigrad

Bitumurile rutiere și bitumurile multigrad BITREX sunt produse în firma ORLEN Asphalt pe instalațiile de oxidare a rezidului de vid din prelucrarea petrolului. Acestea aparțin unei grupe de lianți bituminoși de tip¹ *semi-blown* sau *air-rectified*.

Oxidarea bitumurilor este un proces complex cu caracter chimic și fizic. Caracterul chimic este dat de procese intense de polimerizare și condensare ce duc la creșterea moleculelor. În același timp au loc reacții chimice ce constau în apariția de compuși ai oxigenului, însoțite și de condensarea cu dehidrogenare care duce la formarea de legături C-C (carbon-carbon). Acest lucru duce la formarea de rășini și asfaltene în schimbul hidrocarburilor naftenice-aromatice, iar tipurile și mecanismul reacției sunt o funcție a temperaturii reacției. Caracterul fizic este demonstrat de separarea (strippingul) hidrocarburilor mai ușoare din faza lichidă în faza gazoasă prin distilare cu vapori de apă. Acesta este un proces exotermic, adică reacțiile au loc cu eliberarea de energie sub formă de căldură a reacției.

1.1.1. Instalația de oxidare continuă a rezidului de vid conform tehnologiei Biturox

La ORLEN Asphalt bitumurile rutiere și bitumurile multigrad BITREX (eng. air-rectified, semi-blown bitumen) sunt produse mai ales în sistemul de oxidare continuă conform tehnologiei BITUROX® sub licența firmei austriece Pörner. Procesul constă în alimentarea continuă, neîntreruptă a reactoarelor cu materie primă și primirea permanentă, continuă, de produse în rezervoarele de înmagazinare. Continuitatea procesului garantează omogenitatea (uniformitatea) produsului. Pe lângă aceasta, procesul se caracterizează printr-o utilizare optimă a oxigenului pentru oxidare și printr-o foarte bună hidrodinamică a reacției.

Elementul central al instalației sunt reactoarele Biturox. Reactorul este un rezervor cilindric vertical sub presiune, echipat cu un cilindru central și cu un agitator cu trei turbine pe ax comun, amplasate în interiorul cilindrului. Aerul sub forma unor bule mari se deplasează în sus în interiorul cilindrului, pe două nivele este acumulat de plăci coalescente și este spart de turbinele agitatorului în bule mai mici. Datorită acestui lucru are loc refacerea suprafeței de reacție, iar reacția de oxidare are loc intensiv în tot volumul, cu o utilizare mai redusă de aer și într-un timp mai scurt de ședere. Fluxul de aer este astfel ales, încât cantitatea de oxigen în gazele de evacuare să reprezinte $2 \div 5\%$ (v/v)². Mișcarea aerului și funcționarea agitatorului forțează circulația fluidelor în reactor – în cilindrul interior în sus, în suprafața exterioară a cilindrului în jos. Căldura reacției de oxidare este preluată din reactor prin evaporarea apei procesuale, injectate direct în țevile încorporate de aer tehnologic. Prin cantitatea de apă procesuală se reglează exact temperatura procesului. Vaporii de apă formați ajută la eliminarea din masa bituminoasă a produselor secundare nedorite: gazele și distilatul ușor oxidat și măresc siguranța producției. Bitumul este scos din reactor prin suprafața externă a cilindrului, de la un nivel care este peste nivelul de intrare a materiei prime, fiind răcit în răcitoarele de bitum. Apoi acesta este direcționat către rezervoarele de înmagazinare a bitumurilor, unde este amestecat și supus evaluării calității. Distribuția bitumului în cisterne auto și feroviare are loc în posturi de turnare ermetice. Controlul procesului are loc cu ajutorul sistemului DCS dispersat.

1) Conform nomenclurii aprobate de Eurobitume, lianții bituminoși rutieri sunt produși la ORLEN Asphalt prin metoda „semi-blown” sau „air-rectification” și se caracterizează printr-un Indice de Penetrație mai mic sau egal cu 2.0, iar bitumurile industriale prin metoda oxidării („oxidizing”) printr-un Indice de Penetrație mai mare de 2.0 [1]

2) (v/v) înseamnă proporțiile volumului, în timp ce (m/m) înseamnă proporțiile masei



Figura 1.2. Instalația de oxidare continuă, reactoarele Biturox (fot. ORLEN Asphalt)

1.1.2. Instalația de oxidare periodică a rezidului de vid – oxidatori

Instalația de oxidare periodică la ORLEN Asphalt este folosită mai ales pentru producția de bitumuri industriale (tip oxidised bitumens) și bitumuri speciale, însă poate fi utilizată și pentru producția de bitumuri rutiere și multigrad.

Spre deosebire de oxidarea în reactorul Biturox, producția în oxidatoare are loc în sistem de șarjă (eng. batch process), care constă în umplerea oxidatorului cu materie primă, oxidarea conținutului și pomparea produsului. Oxidatorul este mai puțin avansat tehnologic decât reactorul Biturox.

1.2. Modificarea bitumului cu polimeri

Modificarea bitumului are ca scop extinderea intervalului de temperatură, în care liantul va indica proprietăți viscoelastice. ORLEN Asphalt utilizează metoda fizică, bazată pe amestecarea mecanică reciprocă a bitumului cu polimer cu o eventuală utilizare a aditivilor reticulați (eng. crosslinkers).

1.2.1. Instalația de modificare a bitumurilor cu polimeri

Principala materie primă pentru producția de bitumuri modificate în firma ORLEN Asphalt sunt bitumuri special selecționate, așa-numitele bitumuri de bază cu proprietăți corespunzătoare pentru modificarea cu elastomeri SBS. Modificatorul adăugat în bitum în procesul de producție este cel mai adesea copolimerul bloc Stiren-Butadien-Stiren, prescurtat – SBS, de aceea acești lianți se mai numesc și „bitumuri elastomerice”.

Producția de bitumuri modificate cu polimeri constă în introducerea corespunzătoare a polimerului în bitumul fierbinte, măcinarea amestecului într-o moară cu putere mare de forfecare, iar în final dizolvarea și omogenizarea acestuia.

Tehnologia de producție a fost elaborată și este monitorizată de Departamentul de Tehnologie, Cercetare și Dezvoltare ORLEN Asphalt, care elaborează și rețetele produselor noi.

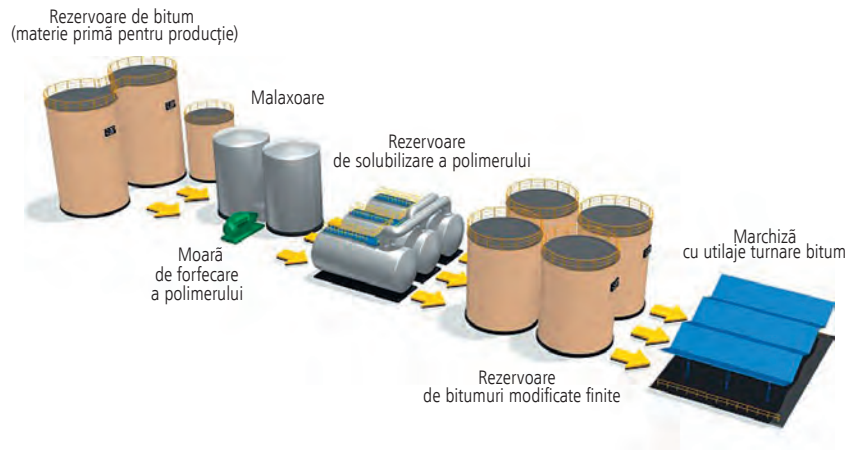


Figura 1.3. Schema instalației pentru modificarea biturilor de la Plock

ORLEN Asphalt deține două instalații de producție a biturilor polimerizate – la Plock (deschisă în 2006) și la Trzebinia. În figura 1.3. este prezentată schema instalației pentru modificarea biturilor de la Plock.

Ambele instalații, atât cea din Plock, cât și cea din Trzebinia, sunt controlate automat și conectate la sistemele computerizate DCS (figura 1.4.), lucru ce permite un control deplin al procesului de producție, precum și citirea datelor procesuale din trecut.

Datorită utilizării modificatorului – elastomer în procesul de producție a bitumului, se obțin beneficii semnificative în proprietățile liantului, atât la temperaturi ridicate, cât și la temperaturi joase. Biturile modificate cu polimeri sunt utilizate pentru elaborarea mixturilor bituminoase destinate suprafețelor care suportă trafic greu, în locații speciale, de exemplu suprafețele podurilor și pentru mixturi speciale asfaltice, de exemplu mixturi drenante. În toate utilizările menționate prezintă performanțe mai bune față de biturile rutiere.

Informații detaliate se găsesc în capitolele referitoare la biturile modificate ORBITON.



Figura 1.4. Sistemul computerizat DCS pentru controlul producției de bitumuri modificate ORBITON pe instalația din Plock (fot. ORLEN Asphalt)

2 PROPRIETĂȚI ȘI METODE DE BAZĂ PENTRU ÎNCERCAREA BITUMURILOR

2.1. Introducere

În acest capitol au fost cumulate și descrise pe scurt cele mai importante proprietăți și metode de încercare utilizate pentru descrierea lianților bituminoși. În intenția autorilor, descrierile incluse aici ar trebui să fie de folos Cititorului în analiza documentelor normative și tehnice.

2.2. Terminologie

În clasificarea bitumurilor, definițiile de bază ale bitumurilor au fost cumulate în standardul EN 12597 *Bitum și lianți bituminoși. Terminologie*.

2.3. Proprietăți de bază

2.3.1. Penetrația la 25°C

În standardizarea europeană, de mulți ani, modalitatea de bază a clasificării lianților bituminoși este măsurarea penetrației la 25°C.

Încercarea constă în măsurarea consistenței bitumului exprimată în mod convențional ca adâncime a penetrării unui ac de oțel normalizat, care pătrunde vertical în proba de bitum la o temperatură stabilită. Sarcina acului este de 100 g, iar timpul de încărcare este egal cu 5 secunde. Unitatea de măsură pentru penetrație este de [0,1 mm], adică adâncimea penetrării acului în proba de bitum.

Interpretarea rezultatelor este ușoară, de exemplu știm că bitumul cu penetrație de 200 [0,1 mm] este mai moale decât bitumul cu penetrație de 100 [0,1 mm], deoarece în primul acul a penetrat la 20 mm, iar în al doilea la 10 mm. În general, cu cât este mai mare penetrația, cu atât este mai moale bitumul.

Încercarea poate fi efectuată la diverse temperaturi, deși în scopul clasificării bitumurilor a fost admisă cea de 25°C.

Determinarea penetrației este efectuată conform cu standardul EN 1426 *Bitum și lianți bituminoși. Determinarea penetrației cu ac*. În figura 2.1. este prezentat principiul măsurării penetrației.

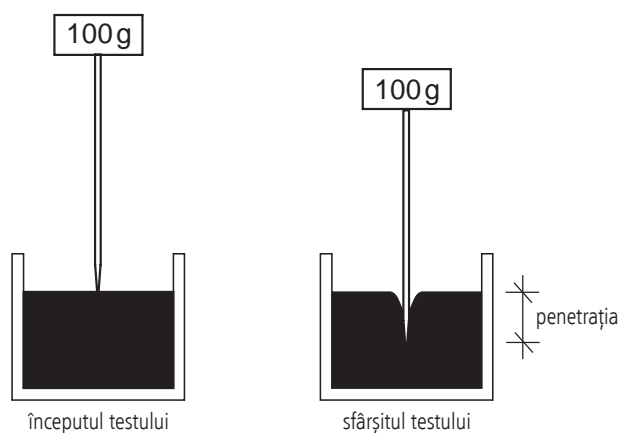


Figura 2.1.
Principiul determinării penetrației



Figura 2.2. Vedere de ansamblu a aparatului de determinare a penetrației cu proba de bitum amplasată (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

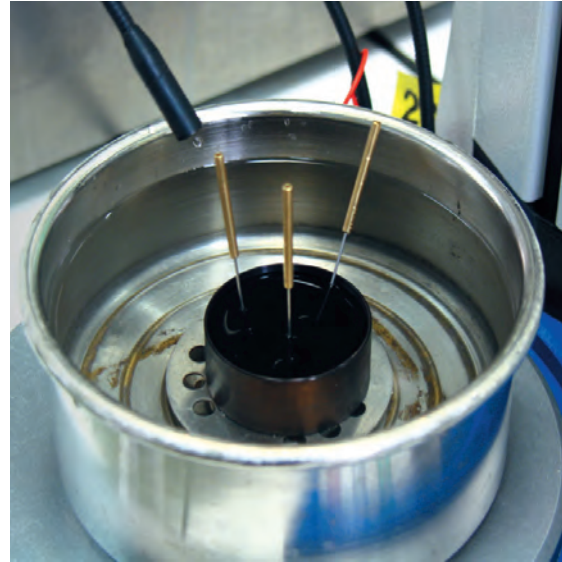


Figura 2.3. Vedere a probei de bitum după efectuarea încălzirii (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

2.3.2. Punctul de înmuiere

Elementul principal al efectuării încercării este determinarea temperaturii „convenționale”, la care bitumul va atinge consistența stabilă. Determinarea punctului de înmuiere a bitumului se efectuează cel mai adesea prin metoda „inelului și a bilei”, prescurtată IB (T_{IB}).

Cele două probe de bitum amplasate în inele din metal sunt încălzite în mod controlat în lichid (apă distilată pentru IB de la 28 la 80°C, glicerină pentru IB de la 80 la 150°C) aflat într-un vas din sticlă, iar fiecare dintre inelele umplute cu bitum susține o bilă din oțel. Lichidul este încălzit în mod controlat 5°C/minut. Drept punct de înmuiere se admite temperatura medie la care ambele cercuri de bitum se vor înmuia într-atât, încât fiecare dintre bilele înconjurate de bitum, învingând rezistența bitumului, se va deplasa pe o distanță de 25,0 mm ± 0,4 mm. Unitatea de măsură a rezultatului analizei punctului de înmuiere este [°C].

Determinarea punctului de înmuiere IB (citește: prin metoda „Inel și Bilă”) este efectuată conform cu standardul EN 1427 *Bitum și lianți bituminoși. Determinarea punctului de înmuiere. Metoda cu inel și bilă.*

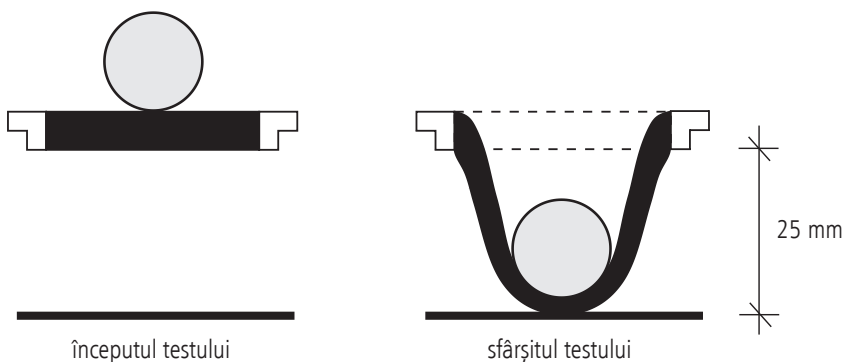
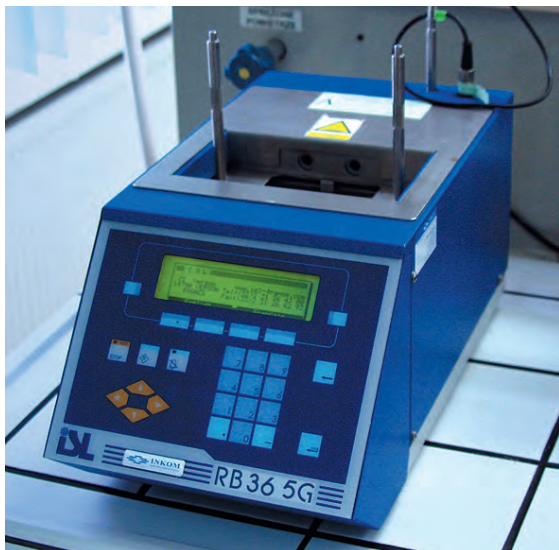


Figura 2.4. Principiul determinării punctului de înmuiere

A



B

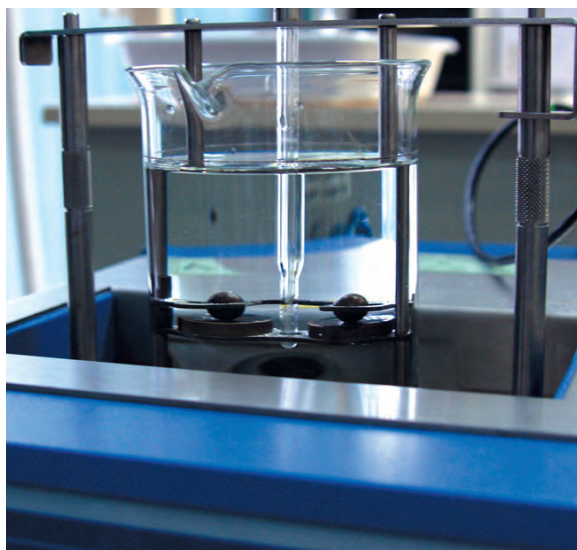
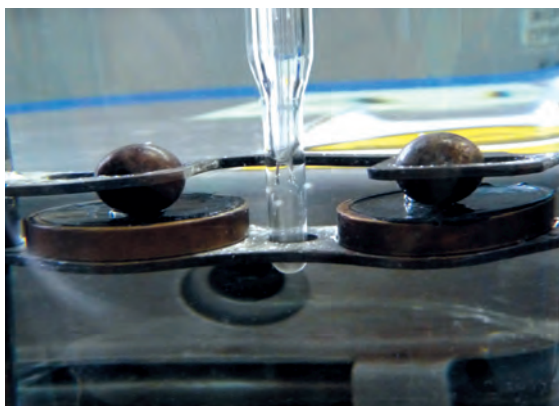


Figura 2.5. a) Aparat pentru analizarea punctului de înmuiere, b) pahar de laborator din sticlă cu proba de bitum amplasată (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

A



B

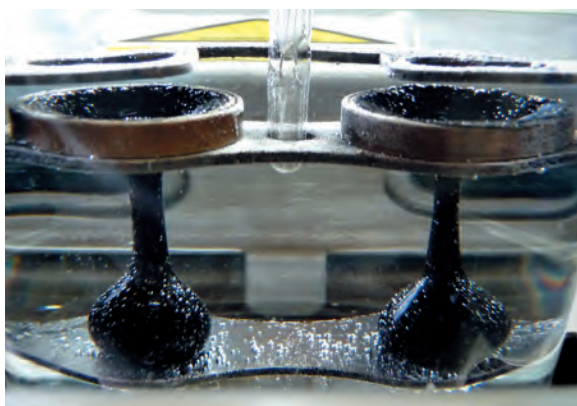


Figura 2.6. Vedere a probei de bitum cu bilele aplicate pe inele, a) începerea analizei, b) după finalizarea analizei (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

2.3.3. Punct de rupere

Determinarea punctului de rupere este efectuată conform cu standardul EN 12593 *Bitum și lianți bituminoși. Determinarea punctului de rupere Fraass*. Efectuarea încercării constă în determinarea temperaturii la care va fisura stratul de bitum cu grosime de 0,5 mm, întins pe o placă de dimensiuni 20x41 mm amplasată în aparatul descris mai jos.

Proba de bitum de pe placa de oțel este amplasată în aparat și supusă unor îndoiri și detensionări mecanice ciclice. Procesul de îndoire are loc la fiecare 1°C în timpul reducerii uniforme a temperaturii de 1°C/minut, iar după fiecare îndoire a plăcii se observă stratul de bitum pe probă și se notează apariția fisurilor. Încercarea se încheie în momentul în care se observă prima fisură pe probă. Unitatea de măsură a punctului de rupere Fraass este [°C].

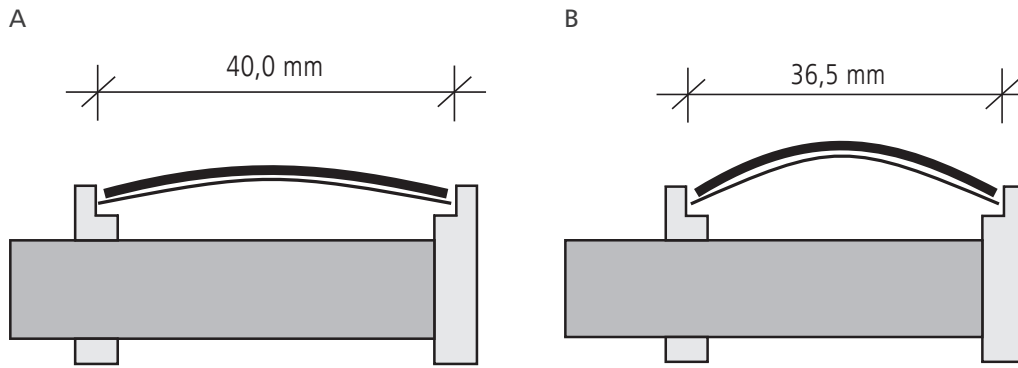


Figura 2.7. Principiul de efectuare a încercării de determinare a punctului de rupere Fraass, a) placa cu bitum înainte de îndoire, b) placa cu bitum după îndoire – momentul apariției fisurilor bitumului

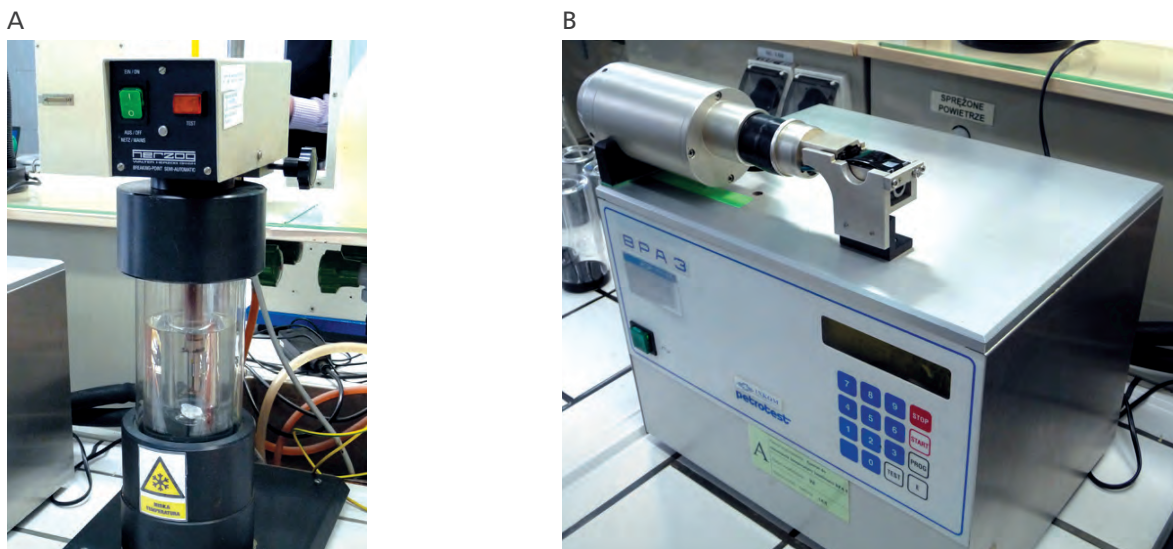


Figura 2.8. Vedere de ansamblu a aparaturii pentru determinarea punctului de rupere Fraass cu proba de bitum amplasată, a) aparat semiautomat, b) aparat automat (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)



Figura 2.9. Vedere a probei de bitum pe placa introdusă în aparatul automat după efectuarea analizei – fisurare vizibilă a stratului de bitum (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

2.3.4. Punct de inflamabilitate

Determinarea punctului de inflamabilitate este efectuată conform standardului EN ISO 2592 *Determinarea punctului de inflamare și de aprindere. Metoda Cleveland cu vas deschis*. Punctul principal al efectuării încercării este determinarea temperaturii la care are loc aprinderea instantanee a vaporilor probei de bitum în mediul înconjurător.

Înainte de începerea încercării se notează valoarea presiunii atmosferice a mediului înconjurător, citite cu barometrul de laborator. Creuzetul cu proba de bitum este încălzit mai întâi cu o viteză de creștere a temperaturii de $14 \div 17^\circ\text{C}/\text{min}$. Când temperatura probei va fi cu aproximativ 56°C sub punctul de inflamabilitate prevăzut, se reduce încălzirea bitumului, astfel încât creșterea temperaturii în timpul ultimelor 23°C să fie de $5 \div 6^\circ\text{C}/\text{min}$. În acest timp începe deplasarea flăcării de testare pe deasupra suprafeței bitumului din creuzet până la momentul în care aplicarea flăcării cauzează aprinderea vaporilor și întinderea flăcării pe suprafața bitumului. Punctul de inflamabilitate exprimat în $[\text{C}]$ determinat sub presiunea atmosferică a mediului înconjurător se corectează la presiunea atmosferică standard utilizând ecuația matematică corespunzătoare.

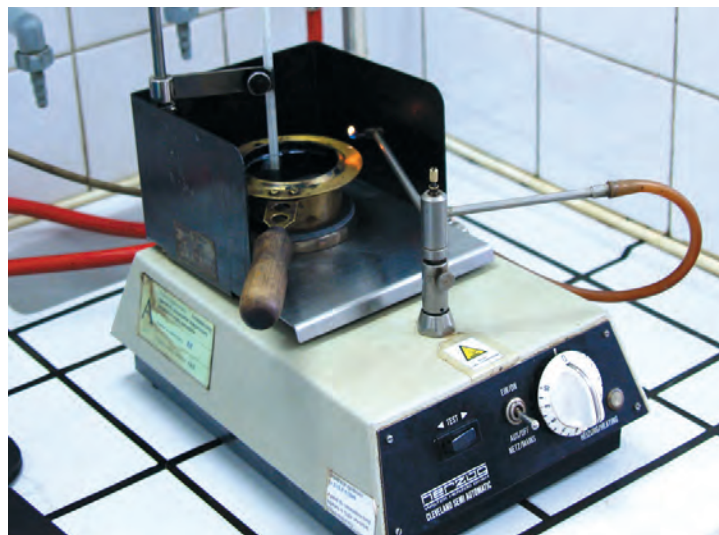


Figura 2.10. Vedere de ansamblu a aparaturii pentru determinarea punctului de inflamabilitate prin metoda creuzetului deschis Cleveland (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

2.3.5. Solubilitate

Determinarea solubilității este efectuată conform standardului EN 12592 *Bitum și lianți bituminoși. Determinarea solubilității*. Punctul principal al efectuării încercării este determinarea procentuală (raportat la toată proba de bitum) a acelei părți a masei bitumului, care se dizolvă într-un anumit solvent.

Proba de bitum este dizolvată în solvent și filtrată printr-un strat de pulbere de sticlă într-un creuzet din sticlă sinterizată. Materialul nedizolvat din bitum se spală, se usucă și se cântărește. Apoi se calculează rezultatul solubilității exprimate ca procent al masei părții dizolvate de bitum în raport cu masa întregii probe $[\% \text{ m/m}]$.

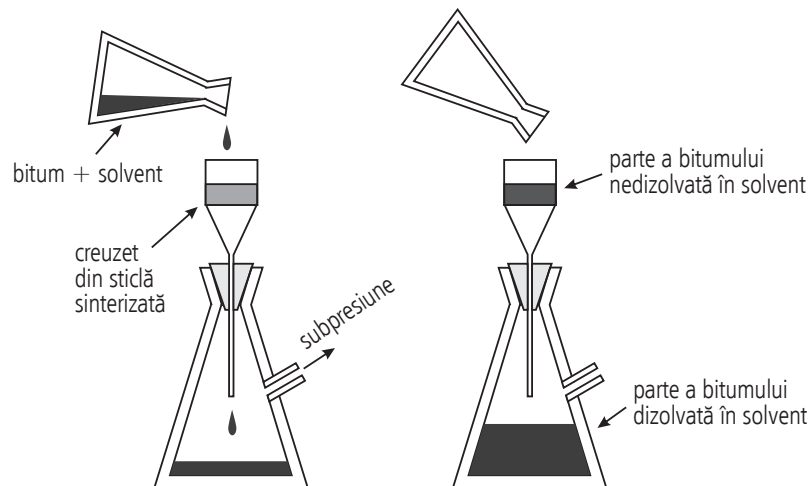


Figura 2.11. Principiul determinării solubilității

Datele legate de solubilitatea bitumului pot fi folosite la evaluarea conținutului de impurități al bitumului cu corpuri solide, de exemplu cocs, precum și pentru stabilirea valorii „T” conform punctului A.4. la calcularea conținutului de bitum solubil după extracția mixturii asfaltice conform EN 12697-1 *Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 1: Conținut de liant solubil.*

Rezultatele încercărilor de solubilitate a bitumurilor sunt menționate la capitolul 14.

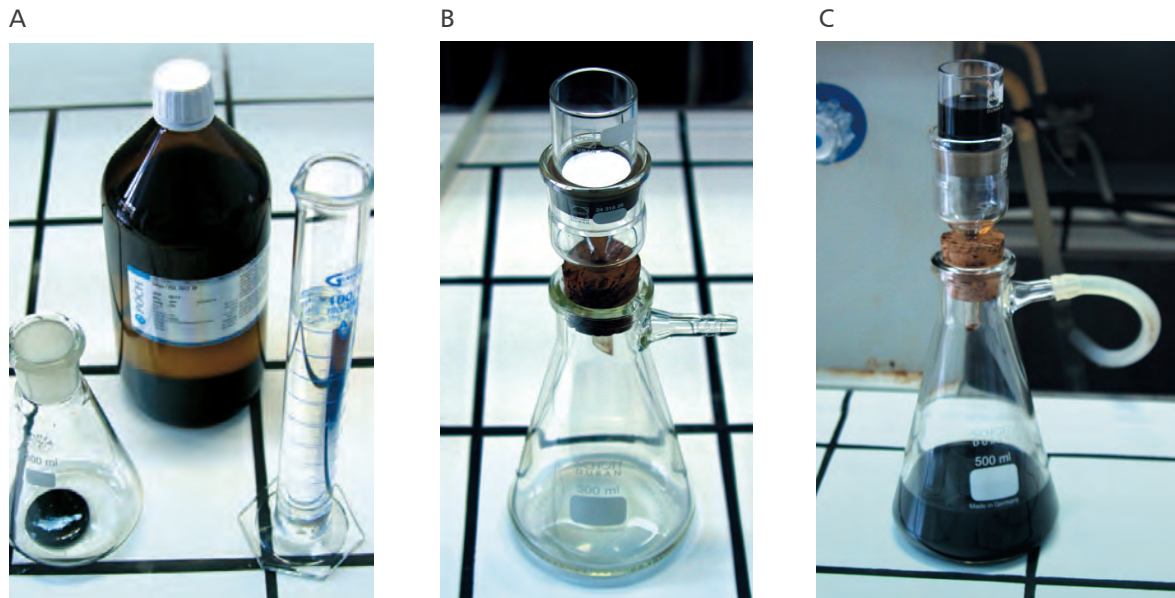


Figura 2.12. a) vedere de ansamblu a instrumentelor pentru determinarea solubilității, b) vedere a probei de bitum dizolvate, c) proba de bitum după efectuarea analizei (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

2.3.6. Intervalul de plasticitate

Intervalul de plasticitate reprezintă o valoare numerică calculată pe baza prevederilor standardului EN 14023 subpunctul 5.2.8.4. Acesta este diferența dintre temperatura de înmuiere și punctul de rupere Fraass. Unitatea de măsură a intervalului de plasticitate este [°C].

Astfel:

$$\text{Intervalul de plasticitate} = T_{IB} - T_{\text{Fraass}}$$

Prin definiție, intervalul de plasticitate este intervalul de temperatură, în care liantul bituminos își păstrează proprietățile viscoelastice.

2.3.7. Indicele de penetrație I_p

Indicele de penetrație I_p este o măsură a sensibilității termice a bitumului și este calculat cu ajutorul ecuației pe baza valorii cunoscute a penetrației la 25°C (100 g, 5 s), determinate conform cu EN 1426 și a punctului de înmuiere determinat conform cu EN 1427. Indicele de penetrație este o măsură adimensională [-]. Cu cât este mai mic Indicele de penetrație, cu atât mai repede își modifică lianții consistența odată cu modificarea temperaturii.

Calcularea Indicelui de penetrație conform EN 12591 se bazează pe premisa că bitumul are la temperatura de înmuiere o penetrație egală cu 800 [0,1 mm].

I_p se calculează pe baza prevederilor din Anexa A la norma EN 12591.

$$I_p = \frac{20 \times t_{IB} + 500 \times \lg P - 1952}{t_{IB} - 50 \times \lg P + 120}$$

t_{IB} – punct de înmuiere IB în grade Celsius;

$\lg P$ – logaritm zecimal din valoarea penetrației la 25°C [0,1 mm].

2.3.8. Viscositate dinamică la 60°C

Această încercare poate fi efectuată prin mai multe metode, din care cele mai frecvent folosite sunt:

- metoda capilarelor în vid conform EN 12596
- metoda Brookfield conform EN 13302 sau conform ASTM D 4402

Descrierea detaliată a acestei încercări este prezentată la capitolul 13. În normele europene pentru specificația bitumurilor este folosită metoda capilarelor în vid EN 12596, iar metoda Brookfield, metodă mult mai simplă și mai ieftină, este folosită frecvent pentru stabilirea temperaturilor tehnologice.

2.3.9. Densitatea

Analiza densității bitumului este efectuată conform cu standardul EN 15326 *Bitum și lianți bituminoși. Măsurarea densității și greutateii specifice. Metoda picnometrului cu dop capilar*. Punctul principal al efectuării

Încercării este determinarea raportului densității liantului bituminos analizat față de densitatea lichidului de test, determinate în aceleași condiții de temperatură.

În picnometru se introduce proba de bitum cu volum determinat cu precizie la temperatura de 25°C. După atingerea echilibrului de temperatură, proba este cântărită cu exactitatea corespunzătoare. Apoi este repetat procesul cu lichidul de test, adică este cântărit exact același volum de lichid de test (cu densitate cunoscută) ca și cel al bitumului. Densitatea și greutatea specifică sunt calculate conform formulei corespunzătoare pe baza cunoașterii diferenței dintre masele determinate. Unitatea de densitate este [g/cm³].

În versiunile mai vechi ale normelor bituminoase, pentru analizarea densității era utilizată norma EN ISO 3838 *Țiței și produse petroliere lichide sau solide. Determinarea densității sau a densității relative. Metoda picnometrului cu dop capilar și metoda picnometrului bicapilar gradat.*

Densitatea bitumului este necesară printre altele pentru calcularea parametrilor volumetrici ai mixturilor asfaltice conform EN 12697-8 Mixturi asfaltice. *Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 8: Determinarea caracteristicilor volumetrice ale epruvetelor bituminoase.*

2.3.10. Îmbătrânirea tehnologică RTFOT

Cele mai intense procese de îmbătrânire a bitumului se produc în timpul amestecării acestuia cu agregatul fierbinte în agitatorul unității de producție. În această etapă temperatura este cea mai ridicată, iar stratul de bitum pe agregat – foarte subțire. În acest timp vaporizarea fracțiilor ușoare și oxidarea bitumului sunt cele mai rapide și cele mai intense, iar bitumul se întărește intens (îmbătrânește). Acest proces a fost denumit îmbătrânire tehnologică sau de scurtă durată. Următoarea etapă este îmbătrânirea de exploatare (de lungă durată), ce are loc în îmbrăcăminte de-a lungul mai multor ani de utilizare a drumului (vezi încercarea prin metoda PAV descrisă la pct. 2.4.3.)

În urma îmbătrânirii, bitumul se întărește (și mărește rigiditatea), iar acest lucru înseamnă, printre altele, că:

- îi scade penetrația;
- îi crește temperatura de înmuiere;
- crește (se deteriorează) temperatura de rupere;
- crește viscozitatea.

În timpul considerațiilor noastre despre bitum ca material de construcții, nu putem trece cu vederea semnificația îmbătrânirii bitumului. Să reținem că bitumul care a fost încorporat în structura drumului va fi un bitum deja "îmbătrânit" după îmbătrânirea tehnologică. De aceea, nu fără motiv, se analizează susceptibilitatea bitumurilor la îmbătrânire. Semnificația de bază o are îmbătrânirea tehnologică (la temperaturi ridicate).

Din punctul de vedere al calității suprafeței este necesar să se verifice modificările apărute după îmbătrânirea tehnologică, cel puțin la proprietățile de bază ale bitumului – penetrația, temperatura de înmuiere, viscozitatea și revenirea elastică (pentru bitumurile modificate). Din acest motiv a fost elaborată o serie de metode de încercare, care au drept scop simularea procesului de îmbătrânire și drept rezultat obținerea unor probe de liant bituminos „după îmbătrânire” destinate pentru încercări ulterioare.

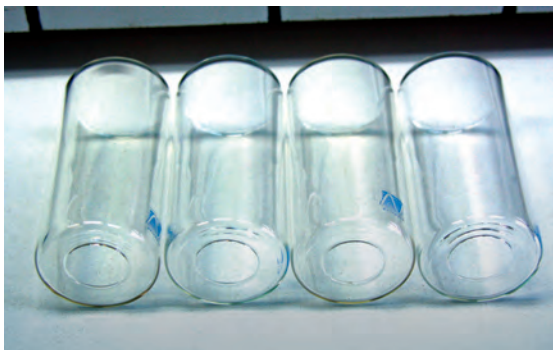
Unul dintre testele folosite pe scară largă este încercarea de îmbătrânire tehnologică prin metoda RTFOT (eng.: Rolling Thin Film Oven Test) efectuată conform normei EN 12607-1 *Bitum și lianți bituminoși. Determinarea rezistenței la întărire sub efectul căldurii și aerului. Partea 1: Metoda RTFOT*. Aceasta constă în supunerea unui strat subțire de liant bituminos acțiunii aerului cald care îl înconjoară pe o perioadă de timp stabilită.

Probele de bitum amplasate în recipientele de sticlă anterior cântărite sunt montate pe un disc rotativ special în interiorul uscătorului pentru efectuarea testului RTFOT la temperatura 163°C cu flux de aer pornit direct pe probă. După un timp stabilit, probele în recipientele din sticlă sunt scoase din uscător și răcite până la temperatura mediului înconjurător. Liantul aflat în recipientele din sticlă se află după testul de simulare a îmbătrânirii tehnologice și poate fi destinat pentru alte analize.



Figura 2.13. Vedere de ansamblu a aparaturii pentru desfășurarea încercării de îmbătrânire tehnologică RTFOT (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

A



B

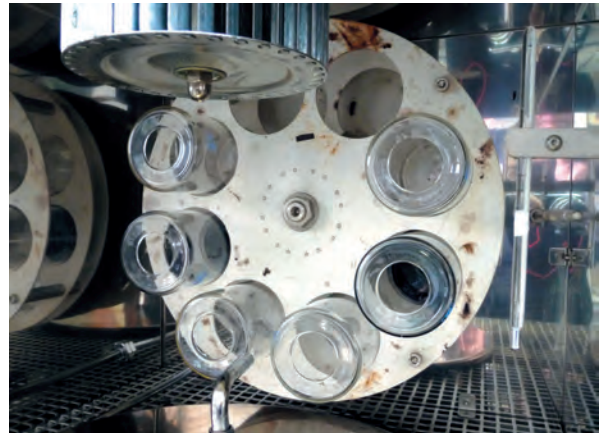


Figura 2.14. a) Recipiente din sticlă (goale) pentru probele de bitum pentru testul RTFOT, b) Recipientele introduse în uscătorul RTFOT înainte de începerea analizei (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

2.3.11. Proprietăți după RTFOT

După testul RTFOT se obține o anumită cantitate de bitum îmbătrânit. În continuare, se efectuează încercările care au drept scop să verifice cu cât s-au modificat proprietățile liantului în urma îmbătrânirii tehnologice.

2.3.11.1. Penetrația reziduală după îmbătrânire

În urma procesului de îmbătrânire tehnologică penetrația bitumului scade. Proba de bitum obținută din testul RTFOT este supusă analizei penetrației la 25°C conform cu standardul EN 1426. Apoi se calculează rezultatul celeilalte penetrații după îmbătrânirea la un anumit procent [%] a penetrației inițiale a bitumului înainte de îmbătrânirea RTFOT (admițând penetrația bitumului proaspăt ca 100%).

2.3.11.2. Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire

După îmbătrânirea tehnologică, punctul de înmuiere a bitumului de obicei crește. Temperatura obținută în proba de bitum (după RTFOT) este supusă încercării de determinare a punctului de înmuiere conform normei EN 1427. Apoi se calculează rezultatul creșterii punctului de înmuiere după îmbătrânirea la [°C] ca diferență a rezultatului temperaturii de înmuiere obținute în probă după îmbătrânirea RTFOT și a punctului de înmuiere a bitumului neîmbătrânit.

2.3.11.3. Scăderea punctului de înmuiere după îmbătrânire

Se întâmplă ca punctul de înmuiere după RTFOT să fie mai mic în cazul anumitor bitumuri modificate, acest lucru depinzând de modificatorul utilizat și de tehnologia de modificare. De aceea, în specificația pentru bitumurile modificate conform EN 14023 se află cerința opțională de stabilire a acestei proprietăți. Această cerință există, de exemplu, în anexa națională poloneză NA la norma PN-EN 14023:2011.

2.3.11.4. Modificarea masei după îmbătrânire (valoare absolută)

În urma acțiunii procesului de îmbătrânire tehnologică, masa bitumului se poate modifica (poate să crească sau să scadă). Modificarea masei după îmbătrânire se stabilește conform standardului EN 12607-1 (RTFOT). Aceasta constituie diferența în masa probei de bitum proaspăt și masa aceleiași probe după efectuarea testului RTFOT. Rezultatul final este o valoare absolută a diferenței procentuale a maselor probei înainte și după testul de îmbătrânire.

2.4. Proprietăți adiționale pentru bitumurile modificate cu polimeri

În continuare, sunt prezentate încercările concepute special pentru bitumurile modificate cu polimeri.

2.4.1. Revenirea elastică

Nicio încercare convențională a bitumului modificat cu polimeri nu reflectă proprietățile elastice ale acestui material. A luat astfel naștere o încercare pentru care a fost adaptat parțial testul de ductilitate. Aceasta este determinarea „revenirii elastice”.

Determinarea revenirii elastice este efectuată conform normei EN 13398 *Bitum și lianți bituminoși. Determinarea revenirii elastice a bitumului modificat*. Punctul principal al efectuării încercării este determinarea exprimării convenționale a elasticității bitumului sub forma măsurării distanței dintre capetele probei întinse și tăiate în condiții stabilite.

Proba de bitum este întinsă la o temperatură stabilită (cel mai adesea la 25°C sau 10°C) cu o viteză constantă de 50 mm/min până la elongația 200 mm. Firul de bitum creat astfel este tăiat la mijloc astfel încât să se obțină două părți. După 30 de minute este măsurată distanța dintre ambele capete ale probei tăiate. Apoi se calculează rezultatul revenirii elastice exprimat ca procent în raport cu mărimea elongației [%].

Calcularea revenirii elastice (R_E) se efectuează conform formulei:

$$R_E = \frac{d}{L} 100 \quad [\%]$$

în care:

d – distanța dintre capetele probei tăiate [mm],

L – întinderea probei, de obicei 200 mm (poate fi o lungime mai mică în cazul ruperii premature a probei)

Revenirea elastică se exprimă în procente, unde 0% semnifică lipsa elasticității, iar 100% este revenirea completă la forma inițială. În biturile modificate cu elastomeri (în funcție de cantitatea de elastomer) se obține revenirea elastică de peste 50% și acesta este testul de bază al acțiunii (și prezenței) elastomerului. Rezultatul încercării este dat cu o exactitate de până la 1%.

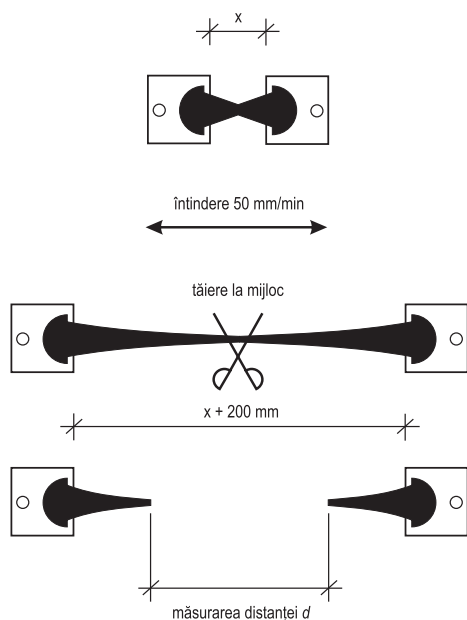
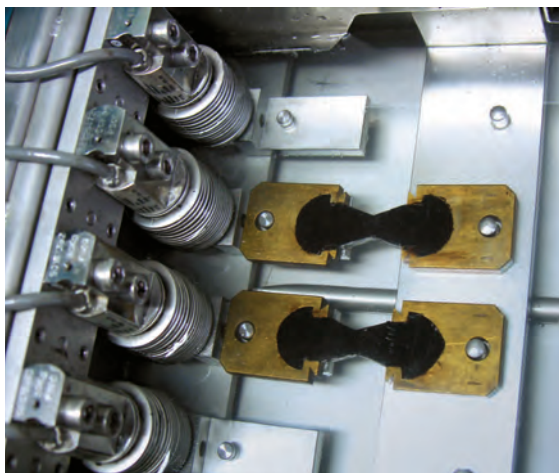


Figura 2.15. Principiul efectuării încercării de determinare a revenirii elastice



Figura 2.16. Vedere de ansamblu a aparaturii pentru determinarea revenirii elastice (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

A



B



Figura 2.17. a) Vedere a probei de bitum modificat în forme înainte de începerea analizei, b) probele după întindere și tăiere, în timpul revenirii (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

2.4.2. Revenire elastică la 25°C după îmbătrânirea RTFOT

Determinarea revenirii elastice a bitumului după îmbătrânirea RTFOT conform EN 12607-1 se efectuează conform standardului EN 13398, iar modul de efectuare a încercării nu diferă de încercarea bitumului neîmbătrânit prezentat la punctul 2.3.1. Rezultatul încercării răspunde la întrebarea, în ce măsură acțiunea polimerului (elastomerului) rămâne eficientă după îmbătrânire, și deci cât de eficientă va fi în suprafața de drum efectivă.

2.4.3. Rezistența la tracțiune

O coeziune a bitumului suficient de ridicată îi permite transferarea rezistențelor la tracțiune. Se pleacă de la premisa că datorită acestui fapt suprafața de drum este mai rezistentă la fisurări.

Încercarea rezistenței la tracțiune (la o viteză de întindere mică) este efectuată conform standardului EN 13589 *Bitumuri și lianți bituminoși. Determinarea caracteristicilor de tracțiune a biturilor modificate prin metoda forței de ductilitate*. Punctul principal al încercării este determinarea forței necesare pentru întinderea probei (până la o elongație corespunzătoare) la o temperatură stabilă.

Proba formată corespunzător pentru încercare se introduce în ductilometru la temperatura corespunzătoare (stabilă pentru fiecare tip de bitum modificat) a băii de apă. Proba este apoi supusă unei întinderi uniforme cu viteza de 50 mm/min până la atingerea elongației de minimum 1333% (400 mm). Senzorii înregistrează forța în timpul întregului proces de întindere. Rezultatul final este calculat conform standardului EN 13703 Bitum și lianți bituminoși. Determinarea energiei de deformare pe baza citirii datelor din dispozitiv. Unitatea de coeziune a biturilor modificate este [J/cm²].

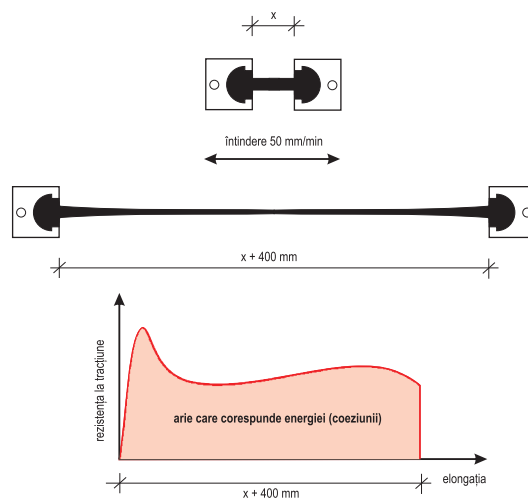


Figura 2.18. Principiul de efectuare a încercării rezistenței la tracțiune – graficul dependenței energiei de deformare

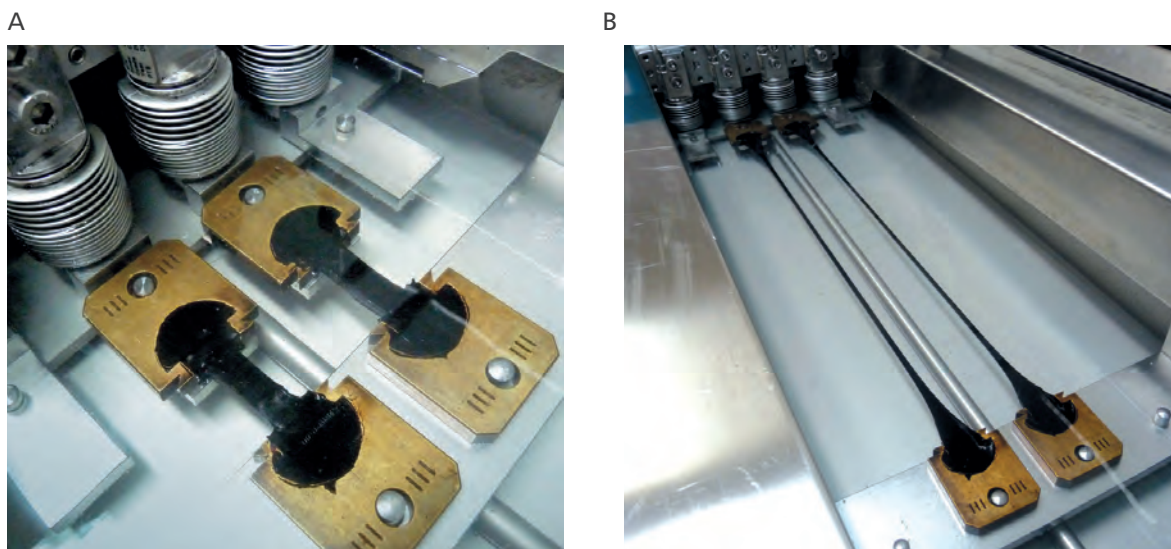


Figura 2.19. a) Vedere a probei de bitum modificat în formă înainte de începerea analizei, b) probele după întindere și tăiere, în timpul întinderii până la 400 mm (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

2.4.4. Stabilitatea în timpul depozitării biturilor modificate

Această încercare face parte din grupa de proprietăți de producție și contează pentru stabilirea termenului de valabilitate a bitumului modificat. Așa cum a fost descrisă anterior, tehnologia de producție a biturilor modificate cu polimeri constă în introducerea în bitum a polimerului corespunzător și în obținerea, cu utilizarea tehnologiei corespunzătoare, a parametrilor dorți ai produsului. Deși descrierea de mai sus a acestui proces este foarte simplificată, producătorii de bitumuri modificate întâlnesc diverse dificultăți, printre altele incompatibilitatea bitumului și a polimerului, ce poate avea ca efect separarea polimerului de bitum după un anumit timp de la finalizarea producției.

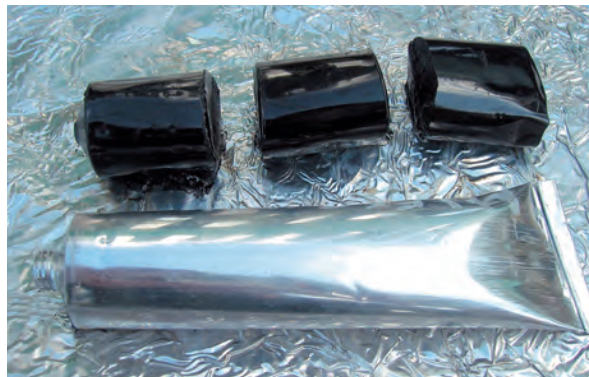


Figura 2.20. Vedere de ansamblu a tubului umplut și închis pentru efectuarea „testului tubular” și a probei de bitum modificat tăiate în 3 părți (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o. mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

Scopul determinării stabilității este verificarea dacă bitumul modificat este expus la pericolul separării polimerului de bitum. Determinarea stabilității în timpul depozitării bitumurilor modificate se efectuează conform normei EN 13399 *Bitum și lianți bituminoși. Determinarea stabilității la depozitare a bitumului modificat*. Uzual, această analiză se numește test „tubular”, deoarece probele de liant sunt turnate în tuburi de metal.

Proba de bitum modificat introdusă într-un tub de aluminiu este supusă încălzirii în poziție verticală, la temperatura de 180°C pe o perioadă de 72 de ore. După această perioadă, tubul este lăsat să se răcească. După răcire, se scoate învelișul din aluminiu al tubului și se taie proba în trei părți aproximativ egale. Partea din mijloc a probei se aruncă. Pentru partea de sus și de jos a probei se efectuează determinarea punctului de înmuiere conform cu EN 1427 și eventuala determinare a penetrației la 25°C conform EN 1426. Ca rezultat al determinării stabilității este admisă diferența între valorile determinărilor punctului de înmuiere (penetrația la 25°C) obținute pentru partea de sus și cea de jos a probei de bitum modificat.

2.4.5. Microstructura bitumurilor modificate

Încercarea se efectuează conform standardului EN 13632 *Bitum și lianți bituminoși. Vizualizarea dispersiei polimerilor în bitumuri modificate cu polimeri*. Scopul încercării este obținerea informației, în ce mod a fost dispersat polimerul în bitum. Încercarea este efectuată pe ruptura proaspătă a probei înghețate de bitum modificat, sub microscopul fluorescent cu lampă UV prin analiza imaginii în lumina reflectată.

Rezultatul este dat ca set de coduri din litere:

Continuitate fază:

- P: Fază polimerică continuă
- B: Fază bituminoasă continuă
- X: Continuitatea ambelor faze (încrucișate reciproc)

Descriere dimensiune:

- S: Mic (< 10 μm)
- M: Mediu (de la 10 μm la 100 μm)
- L: Mare (> 100 μm)

Descrierea fazei:

- H: Uniformă
- I: Neuniformă

Descrierea formei:

- r: Rotundă, ovală
- s: Longitudinală
- o: Altele

2.5. Alte proprietăți ale biturilor

2.5.1. Conținutul de parafină

Analiza conținutului de parafină în bitum se efectuează conform standardului EN 12606-1 *Bitum și lianți bituminoși. Determinarea conținutului de parafine. Partea 1: Metoda distilării*. Punctul principal al efectuării încercării este determinarea procentului de conținut de parafină în distilatul de bitum obținut printr-un proces de distilare strict stabilit.

Proba de bitum se încălzește mai întâi într-un vas de porțelan și este amplasată într-un balon de distilare. Apoi bitumul din balon este supus unor condiții de distilare stabilite în procesul de încălzire. Distilatul rezultat se răcește la temperatura camerei și se cântărește. Apoi distilatul se dizolvă într-un amestec de eter și etanol cu proporțiile corespunzătoare. Amestecul format se răcește până la temperatura -20°C din care, în procesul de filtrare, se precipită parafina. Parafina spălată și extrasă corespunzător este cântărită, iar pe baza informațiilor obținute se calculează conținutul de parafină din bitum exprimat ca procent în raport cu masa probei de bitum [% m/m].

Există o a doua metodă de stabilire a conținutului de parafină în bitum, folosită mai rar – EN 12606-2 *Bitum și lianți bituminoși. Determinarea conținutului de parafine. Partea 2: Metoda prin extracție*.

Trebuie menționat că, de câțiva ani, în standardul european EN 12591 și în celelalte standarde EN 14023 și EN 13924 nu mai există cerințe referitoare la conținutul de parafină.

2.5.2. Adezivitatea bitumului la agregatele minerale

Adezivitatea este apariția unei legături între straturile de suprafață a două corpuri (solide sau lichide) care au fost aduse în contact [2].

O aderență bună a bitumului la suprafața agregatului este unul din factorii care influențează rezistența straturilor structurii rutiere.

Printre factorii ce influențează adezivitatea putem include:

- **Gradul de umiditate a agregatelor** – stratul de apă pe agregate nu permite anrobarea corectă a granulelor cu bitum. Acest defect al agregatelor poate fi eliminat prin depozitarea corespunzătoare pe terenul fabricii de mixturi asfaltice și în timpul procesului de uscare a agregatelor în unitatea de producție.
- **Prăfuirea agregatului** – această problemă apare atunci când stratul de praf aflat pe granulele de agregat reprezintă o barieră care întrerupe accesul bitumului la suprafața granulelor de agregat. Și această problemă poate fi soluționată (cel puțin parțial) prin îndepărtarea eficientă a prafului în unitatea de producție.
- **Microtextura granulelor de agregat** – cu cât este mai bună microtextura agregatului, cu atât este mai mare suprafața de aderență a bitumului la agregat. Pe lângă suprafața efectivă de contact, un rol esențial în întărire este jucat de numeroșii pori existenți la suprafața granulelor.
- **Granulația mixturii** – cu cât grosimea filmului de bitum pe agregat este mai mare, cu atât îmbinarea bitumului cu agregatul este mai durabilă. Astfel, mixturile cu granulație discontinuă (de exemplu SMA), cu un exces intenționat de bitum sunt în acest sens benefice din punctul de vedere al adezivității bitumului la agregat.

- **Gradul de aciditate a agregatului.** Toate agregatele rutiere pot fi clasificate conform conținutului de siliciu (SiO_2). Agregatele caracterizate de cel mai mare conținut de siliciu (peste 65%) au fost denumite acide¹ (de exemplu cuarțite, granituri), iar cele cu un conținut de siliciu sub 55% — bazice (calcare, dolomiți, unele bazalturi). Conținutul 55-65% SiO_2 indică un agregat intermediar. Aciditatea agregatului astfel clasificată indică orientativ „afinitatea” adezivă a acestuia față de liant deoarece **biturile au o adezivitate mult mai bună la agregatele bazice decât la agregatele acide** (agregatele acide sunt mai hidrofile — se umezesc mai bine cu apă). De aceea, pentru agregatele acide și intermediare se folosesc de obicei substanțe adezive speciale.
- **Proprietățile fizico-chimice ale bitumului.** Bitumul conține mai mulți compuși cu caracter acid, de aici o adezivitate mai bună la agregatele bazice. Bineînțeles se poate întâmpla cazul în care bitumul va avea o aderență slabă și la un agregat bazic. Acest lucru are legătură cu proprietățile chimice ale bitumului, legate de tipul petrolului, din care bitumul a fost produs și de tehnologia de producție.

Pe lângă factorii enumerați mai sus, pentru o adezivitate corespunzătoare este necesar ca bitumul să aibă o viscozitate suficient de mică, adică să fie suficient de lichid pentru a acoperi agregatul. Analizele efectuate de ORLEN Asphalt au indicat și faptul că adezivitatea se îmbunătățește odată cu durata păstrării mixturii asfaltice fierbinți în siloz.

Determinarea adezivității bitumului la agregate se poate efectua aplicând standardul EN 12697-11 *Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 11: Determinarea afinității dintre agregate și bitum.*

Conform acestei norme, afinitatea agregatului la bitum a fost stabilită ca gradul stabilit vizual de acoperire cu liant a granulelor de mixtură asfaltică neîntărită, supusă procedurii:

- de amestecare în apă a sticlelor rostogolite într-un timp stabilit (metoda A),
- de scufundare în apă timp de 48 de ore (metoda B),
- cu utilizarea acizilor (HCl sau HF) și a unei soluții de fenolftaleină ca indice și de fierbere în apă timp de 10 minute (metoda C).

Pentru încercare se folosește un agregat de fracție corespunzătoare. Agregatul este spălat, uscat și amestecat cu liantul până la obținerea unei acoperiri uniforme. Procedura este stabilită de standard, în funcție de metoda care este folosită pentru determinare.



Figura 2.21. Sticlele pentru încercarea spălării liantului de pe agregat prin metoda A pe aparatul de rotire conform EN 12697-11 (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o.)

1) Diviziunea prezentată în agregate acide și bazice este o diviziune convențională utilizată mai ales de către constructorii de drumuri. În petrografie se utilizează o diviziune ușor diferită a rocilor.

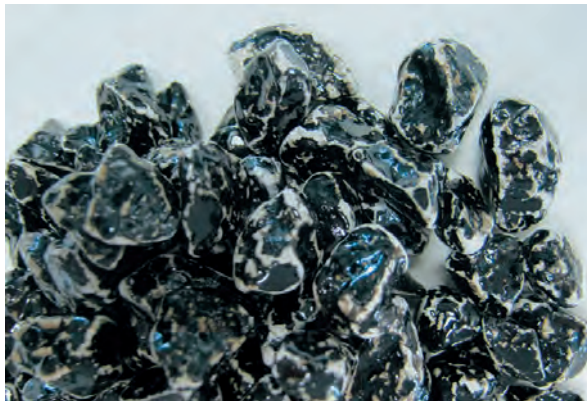


Figura 2.22. Probele de agregat după efectuarea încercării prin metoda A conform EN 12697-11 (fot. ORLEN Asfalt sp. z o.o.)

Testele de verificare a adhezivității liantului la agregat în încercările mixturilor asfaltice

Pe lângă determinarea directă a rezistenței aderenței bitumului la agregat, precum în metodele descrise mai sus, se utilizează diverse metode de determinare a rezistenței la apă și temperaturi negative a probelor mixturilor asfaltice, care răspund în mod indirect la întrebarea privind rezistența legăturii bitum-agregat. Cel mai utilizat test este dat de metoda conform EN 12697-12 Mixturi asfaltice. *Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 12: Determinarea sensibilității la apă a epruvetelor bituminoase*, adică elaborarea probelor de mixtură asfaltică, efectuate conform metodei de compactare (așa-numitele probe Marshall) și supuse despicării. Indicele ITSr astfel obținut este o măsură a rezistenței mixturii asfaltice la apă și temperaturi negative (cât timp este utilizat ciclul de îngheț).

2.5.3. Metoda de îmbătrânire PAV

La punctul 2.2. referitor la îmbătrânirea tehnologică, de scurtă durată, a fost descrisă metoda RTFOT. S-a menționat și că există un al doilea tip de îmbătrânire, care este **îmbătrânirea de exploatare**. Aceasta are loc în timpul exploatării îmbrăcăminților bituminoase și constă în acțiunea oxigenului, a radiațiilor UV, a substanțelor incluse în apa de ploaie, a substanțelor chimice utilizate pentru dezghețare etc. Îmbătrânirea de exploatare cauzează o modificare graduală a proprietăților bitumului în cursul multor ani de utilizare a suprafeței. În urma acesteia are loc și o întărire graduală, deși lentă, a bitumului.

Pentru determinarea sensibilității liantului la îmbătrânirea de exploatare a fost creat aparatul PAV Pressure Aging Vessel (PAV) – recipient de îmbătrânire sub presiune. Analiza în PAV poate fi efectuată conform ASTM D6521/AASHTO R28 (*Standard Practice for Accelerated Aging of Asphalt Binder Using a Pressurized Aging Vessel (PAV)*) sau conform EN 14769 *Bitum și lianți bituminoși. Îmbătrânire de durată, accelerată, realizată într-un recipient de îmbătrânire sub presiune (PAV)*.

Bitumul supus analizelor în PAV este un bitum supus mai înainte testului RTFOT, deci mai întâi avem îmbătrânirea tehnologică (precum în unitatea de producție), și apoi pe cea de exploatare (pe drum). Recipientul cu bitum este supus acțiunii presiunii 2.1 MPa timp de 20 de ore și unei temperaturi care depinde de tipul de PG² (90°C, 100°C sau 110°C). Întregul proces trebuie să simuleze perioada de 7-10 ani de îmbătrânire a bitumului din îmbrăcămințile rutiere.

2) Descrierea sistemului PG (Performance Grade) american se află în capitolul 11.

Probele de bitum după îmbătrânirea în PAV sunt folosite pentru analizarea proprietăților bitumului la temperaturi joase (fisurarea) și la temperaturi intermediare (oboseala).

2.5.4. Metoda BBR

Pentru stabilirea proprietăților la temperaturi joase ale bitumului, în USA (ca parte a sistemului Performance Grade), precum și în Europa se folosește ca analiză adițională metoda reometrului cu bară de încovoiere (eng. BBR – Bending Beam Rheometer).

Metoda a fost normată în USA ca ASTM D6648 *Standard Test Method for Determining the Flexural Creep Stiffness of Asphalt Binder Using the Bending Beam Rheometer (BBR)* și în Europa ca EN 14771 *Bitum și lianți bituminoși. Determinarea modulului de rigiditate și flexiune. Reometru cu bară de încovoiere*.

Metoda BBR și rezultatele încercărilor cu acest aparat sunt descrise la capitolul 11.

2.5.5. Metoda DSR

Determinarea proprietăților reologice complexe ale bitumurilor este posibilă în reometrul de forfecare dinamică (eng. DSR – Dynamic Shear Rheometer). Printre parametrii analizați cel mai des în acest dispozitiv pot fi menționați modulul compus și unghiul de fază analizate în intervale diverse de temperatură și frecvență.

Analiza a fost normată ca AASHTO T 315 *Standard Method of Test for Determining the Rheological Properties of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR)* și EN 14470 *Bitum și lianți bituminoși. Determinarea modulului complex de forfecare și a unghiului de fază. Reometru cu forfecare dinamică (DSR)*.

Rezultatele încercărilor bitumurilor la DSR se află în capitolul 11.

2.5.6. Conținutul de componente insolubile în n-heptan

Determinarea conținutului de componente insolubile în n-heptan este efectuată conform normei ASTM D 4124 *Standard Test Method for Separation of Asphalt into Four Fractions*. Punctul principal al efectuării încercării este determinarea procentului de părți insolubile în bitumul supus acțiunii solventului (în acest caz n-heptan). Se admite că rezultatul obținut stabilește conținutul de asfaltene din liant.

Proba de liant bituminos este supusă dizolvării în solvent (n-heptan). Soluția rezultată astfel este filtrată prin stratul de pulbere de sticlă (din sticlă sinterizată) în vasul denumit creuzet. Materialul nedizolvat este apoi spălat, uscat și cântărit. Rezultatul conținutului componentelor insolubile în n-heptan este calculat în procente [% m/m] în raport cu proba, înainte de supunerea la acțiunea solventului.

Această cerință este întâlnită foarte rar.

3

DESCRIEREA STANDARDULUI EN 12591:2009

Standardul EN 12591 face parte din pachetul de norme europene referitoare la lianții bituminoși. În figura 3.1. este prezentată poziția standardului EN 12591 în sistemul de norme europene referitoare la lianții bituminoși.

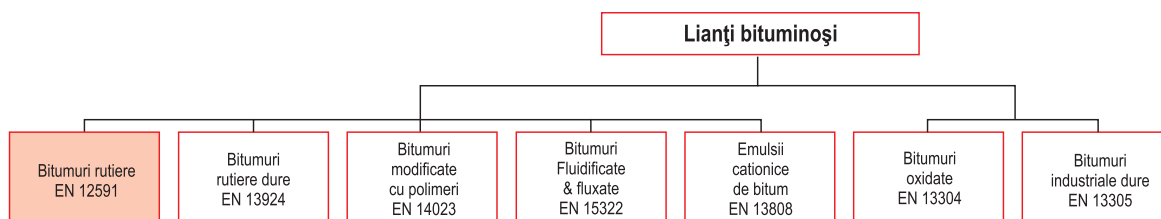


Figura 3.1. Alocarea normelor europene diverselor tipuri de lianți. Standardul descris a fost marcat printr-o culoare.

Standardul descris este o normă de tip mandat (adică elaborată în baza unui mandat – comenzi din partea Comisiei Europene) și susține cerințele de bază ale Directivei UE Produse pentru Construcții 89/106/EEC (EU Construction Products Directive). Începând cu 1.07.2013 produsele pentru construcții vor fi supuse noului Regulament al Parlamentului European și al Consiliului nr. 305/2011.

În anexa ZA, care reprezintă o parte integrantă a standardului EN 12591, sunt menționate informații referitoare la legăturile acestui document cu directiva UE privind produsele pentru construcții.

3.1. Sistematizarea marcării biturilor rutiere

Sistematizarea marcării biturilor rutiere produse conform cu Standardul European EN 12591 este următoarea:

XX/YY

în care au fost marcate:

XX – limita minimă de penetrație la 25°C a unui anumit tip de bitum [0,1 mm],

YY – limita maximă de penetrație la 25°C a unui anumit tip de bitum [0,1 mm].

ORLEN Asphalt produce următoarele tipuri de bitumuri rutiere conform EN 12591:2009: 20/30, 35/50, 50/70, 70/100, 100/150 și 160/220. Toate aceste bitumuri fac parte din grupa biturilor rutiere cu interval de penetrație 20÷220 [0,1 mm], testată la temperatura de 25°C.

3.2. Cerințe

Standardul EN 12591:2009 prezintă normele de stabilire a proprietăților și a metodelor de testare corespunzătoare biturilor destinate pentru construcția și întreținerea drumurilor, a aeroporturilor și a altor suprafețe destinate circulației și conține cerințele complete referitoare la evaluarea conformității. Trebuie reținut că documentul nu conține proprietăți ale biturilor, precum aderența și capacitatea de întărire.

Standardul descrie cerințele pentru proprietățile biturilor și lianților bituminoși, care cuprind:

- consistența la o temperatură intermediară de exploatare,
- consistența la temperatură ridicată de exploatare,
- stabilitatea (durabilitatea) consistenței.

Acesta cuprinde o sferă largă de lianți, biturile rutiere fiind divizate în trei tabele separate:

- Tabelul 1A – tipuri diferențiate prin valorile penetrației la temperatură de 25°C cu o arie între 20 și 220×0,1 mm;
- Tabelul 2A – tipuri diferențiate prin valorile penetrației la temperatură de 25°C cu o arie între 250 și 900×0,1 mm;
- Tabelul 3A – tipuri de bituri moi diferențiate prin viscozitatea cinematică la 60°C.

Tabelele de mai sus au strictă legătură cu tabelele care conțin cerințele regionale, ceea ce înseamnă că fiecare țară, creându-și propria specificație, alege din acestea proprietățile adecvate pentru țara respectivă. Acestea sunt Tabelul 1B, Tabelul 2B, respectiv Tabelul 3B. Trebuie subliniat că aceasta este o normă parțială de clasificare, adică lasă statelor membre CEN (European Committee for Standardisation – Comitetul European de Standardizare) alegerea de a indica anumite combinații de cerințe.

3.2.1. Modificările cerințelor referitoare la proprietățile biturilor rutiere

Principala modificare a cerințelor referitoare la biturile rutiere introdusă de EN 12591:2009 față de versiunea din 1999 este **renunțarea la cerințele referitoare la conținutul de parafină**.

Intervalele de penetrație la 25°C și temperatura de înmuiere nu au fost modificate.

Bitumul 250/330 a fost inclus în grupa a doua de bituri (Tabelul 2A), care implică efectuarea unei determinări a temperaturii de aprindere exclusiv conform EN ISO 2719.

Dacă este vorba de proprietățile biturilor din grupa 20 – 220×0,1 mm atunci în noile cerințe nu au fost menționate punctul de înmuiere după îmbătrânire, însă aceasta a fost inclusă indirect în cerința referitoare la limitarea creșterii punctului de înmuiere după îmbătrânire aflate în tabelul principal 1A. O noutate este amplasarea la această cerință a așa-zisei exigențe a cerinței (severity) – opțiunea 1 și opțiunea 2. Acest aspect se referă numai la prima grupă de bituri care este și cea mai frecventă, biturile incluse în Tabelul 1A.

Opțiunea 1 reprezintă valorile admise ale creșterii punctului de înmuiere după RTFOT, care corespund aceloră din standardul din anul 1999. Construind specificația pentru biturile rutiere și selectând tocmai această opțiune a cerinței, nu suntem obligați să alegem cerințe adiționale. Selectând însă opțiunea 2, unde este permisă o creștere mai mare a punctului de înmuiere IB după îmbătrânirea RTFOT, trebuie în același timp selectate din Tabelul 1B din standard cerințele adiționale referitoare la proprietățile biturilor înainte de îmbătrânirea RTFOT și anume punctul de rupere Fraass sau indicele de penetrație sau ambele cerințe împreună.

Rezumând, proprietățile biturilor rutiere și metodele corespunzătoare de testare trebuie să fie conforme cu perechile de tabele: 1A și 1B, 2A și 2B sau 3A și 3B pentru tipurile de bitumuri selectate.

În noua ediție a standardului a apărut o modificare a metodei de testare a densității, standardele anterioare menționând standardul EN ISO 3838 drept corespunzător pentru determinarea densității, însă EN 12591:2009 indică standardul EN 15326.

O anumită noutate este punctul referitor la emisia de substanțe periculoase. Se constată în acest punct că materiile prime folosite pentru producție nu ar trebui să elibereze niciun fel substanțe periculoase care să depășească nivelurile maxime admise stabilite în Normele Europene corespunzătoare pentru materiile prime respective sau în reglementările naționale.

3.2.2. Documente naționale aplicative la standardul EN 12591:2009

În Tabelul 3.1 au fost prezentate cerințele generale pentru biturile rutiere. Tabelul 3.2. prezintă cerințele în România conform anexei naționale NA la standardul SR-EN 12591:2009, valabil împreună cu Tabelul 1A din standardul EN 12591:2009 (Tabelul 3.1).

Tabelul 3.1.

Cerințele referitoare la tipurile de bitumuri rutiere cu penetrație între 20 și 220×0,1 mm conform EN 12591:2009

Proprietate	Metodă de încercare	U.M.	20/30	30/45	35/50	40/60	50/70	70/100	100/150	160/220
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	20-30	30-45	35-50	40-60	50-70	70-100	100-150	160-220
Punct de înmuiere	EN 1427	°C	55-63	52-60	50-58	48-56	46-54	43-51	39-47	35-43
Rezistență la întărire la 163°C	EN 12607-1									
Penetrație reziduală		%	≥ 55	≥ 53	≥ 53	≥ 50	≥ 50	≥ 46	≥ 43	≥ 37
Creșterea punctului de înmuiere (Severitate 2) ^a		°C	≤ 10	≤ 11	≤ 11	≤ 11	≤ 11	≤ 11	≤ 12	≤ 12
Variație masă ^b (valoare absolută)		%	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 1,0
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 240	≥ 240	≥ 240	≥ 230	≥ 230	≥ 230	≥ 230	≥ 220
Solubilitate	EN 12592	%	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0

^a Atunci când se alege Exigența 2, aceasta trebuie asociată cu cerințele pentru punctul de rupere Fraass și/sau pentru indicele de penetrație, măsurate pe un liant neîmbătrânit (a se vedea tabelul 1B)

^b Variația masei poate fi pozitivă sau negativă.

Tabelul 3.2.

Anexa națională română – Anexă națională NA – la standardul SR EN 12591:2009

Proprietate	Metodă de încercare	U.M.	20/30	30/45	35/50	40/60	50/70	70/100	100/150	160/220
Indice de penetrație ^a	Anexa A ^b	–	de la -1,5 până la +0,7	de la -1,5 până la +0,7	de la -1,5 până la +0,7	de la -1,5 până la +0,7	de la -1,5 până la +0,7	de la -1,5 până la +0,7	de la -1,5 până la +0,7	de la -1,5 până la +0,7
Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	Pa * s	≥ 440	≥ 260	≥ 225	≥ 175	≥ 145	≥ 90	≥ 55	≥ 30
Punct de rupere Fraass ^a	EN 12593	°C	–	≤ -5	≤ -5	≤ -7	≤ -8	≤ -10	≤ -12	≤ -15
Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm ² /s	≥ 530	≥ 400	≥ 370	≥ 325	≥ 295	≥ 230	≥ 175	≥ 135

^a Atunci când se alege Exigența 2, aceasta trebuie asociată cu cerințele pentru punctul de rupere Fraass și/sau pentru indicele de penetrație, măsurate pe un liant neîmbătrânit.
^b Referire la Anexa A normativă din acest document, care tratează calcularea indicelui de penetrație

În Tabelul 3.3. au fost prezentate cerințele referitoare la bitumurile rutiere destinate utilizării în construcția de drumuri în Polonia cu luarea în considerare a condițiilor naționale (în standardul PN-EN 12591:2010 se află Anexa Națională NA, compusă din Tabelul NA 1 A și Tabelul NA 1 B).

Tabelul 3.3.

Cerințele referitoare la bitumurile rutiere din Polonia cu penetrație între 20 × 0,1 mm și 220 × 0,1 mm în baza Anexei naționale NA la standardul PN-EN 12591:2010.

	Proprietate	Metodă de încercare	U.M.	Tip de bitum rutier						
				20/30	35/50	50/70	70/100	100/150	160/220	
Proprietăți utilizate pentru toate bitumurile rutiere menționate în acest tabel	Penetrație la 25°C	EN 1426	20-30	35-50	50-70	70-100	100-150	160-220	160-220	
	Punct de înmuiere	EN 1427	55-63	50-58	46-54	43-51	39-47	35-43	35-43	
	Rezistență la întărire la 163°C	EN 12607-1 (RTFOT)								
	Penetrație reziduală			%	≥ 55	≥ 53	≥ 50	≥ 46	≥ 43	≥ 37
	Creșterea punctului de înmuiere			°C	≤ 8	≤ 8	≤ 9	≤ 9	≤ 10	≤ 11
	Variație masă (valoare absolută)			%	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 1,0
	Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 240	≥ 240	≥ 230	≥ 230	≥ 230	≥ 220	
Solubilitate	EN 12592	%	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0		
Proprietăți ce iau în considerare condițiile naționale speciale	Indice de penetrație	EN 12591 Anexa A	-	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
	Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	Pa · s	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
	Punct de rupere Fraass	EN 12593	°C	NR	≤ -5	≤ -8	≤ -10	≤ -12	≤ -15	
	Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm ² /s	NR	NR	NR	NR	NR	NR	

Variația masei poate fi pozitivă sau negativă
 NR – (No Requirement) – semnifică lipsa cerințelor pentru proprietatea respectivă

3.3. Evaluarea conformității și Anexa ZA

Capitolul referitor la evaluarea conformității biturilor rutiere apare pentru prima oară în EN 12591:2009 și a fost construit în mod similar cu standardul EN 14023 „Regulile de clasificare a biturilor modificate cu polimeri”, în care a fost inclus deja mai devreme.

Conformitatea proprietăților biturilor rutiere cu cerințele normei descrise și cu valorile menționate (incluzând tipurile) ar trebui să fie demonstrată prin:

- efectuarea unei testări preliminare a tipului pentru fiecare tip de bitum,
- implementarea și funcționarea Controlului Producției în Fabrică (CPF) – (eng.: Factory Production Control – FPC).


Standardul necesită ca producătorul să stabilească, să documenteze și să mențină controlul producției în fabrică (CPF). Sistemul CPF trebuie să fie compus din proceduri, inspecții regulate și testări și/sau evaluări, iar rezultatele trebuie utilizate pentru evaluarea calității produsului finit. În acest capitol sunt incluse cerințele referitoare la verificarea și întreținerea echipamentelor și utilajelor de producție. Au fost menționate modalitățile de control al proprietăților, și anume:

- toate proprietățile, conform prevederilor referitoare la analizele de tip, trebuie testate cel puțin o dată pe an;
- controlul curent al calității produsului trebuie să includă verificarea tipului, frecvența controlului trebuie documentată și trebuie să asigure că proprietățile nu s-au modificat semnificativ de la testările preliminare ale tipului de produs.

În Anexa ZA la EN 12591:2009 au fost stabilite condițiile de inscripționare cu marca CE a biturilor rutiere destinate utilizărilor indicate în tabelele corespunzătoare.

Biturile destinate construcției de drumuri și reparațiilor au fost cuprinse în sistemul de evaluare a conformității „2+”, în care se cere ca producătorul să aibă implementat un sistem de Control al Producției în Fabrică confirmat prin Certificatul CPF (emis de organismul de notificare), să dețină un plan de testare a probelor și să efectueze testări ale tipului pentru fiecare produs.

Anexa ZA include în plus o procedură de evaluare a conformității biturilor rutiere, o diviziune a sarcinilor de evaluare a conformității, un capitol referitor la certificat și declarația de conformitate precum și marcajul CE și etichetarea. În figura 3.2. este prezentat un exemplu de informații care însoțesc marcajul CE.

 1434
ORLEN Asphalt sp. z o.o. PRODUKCJE PŁOCK 09-411 Płock, ul. Chemików 7 POLONIA 12 1434-CPD-0107 PN-EN 12591:2010 Bitum rutier: 50/70
Penetrație la 25°C.....50 – 70 0,1mm Punct de înmuiere.....46 – 54°C Rezistența la îmbătrânire la 163°C (EN 12607-1) Penetrație reziduală la 25°C.....≥ 50% Creșterea punctului de înmuiere.....≤ 9°C Modificarea masei după îmbătrânire.....≤ 0,5% Punct de inflamabilitate.....≥ 230°C Solubilitate.....≥ 99,0% Vâscozitate dinamică la 60°C.....NR Punct de rupere Fraass.....≤ -8°C Indice de penetrație.....NR Vâscozitate cinematică la 135°C.....NR

Marcajul de conformitate CE, constând din simbolul „CE” stabilit în Directiva 93/68/EEC

Număr de identificare a organismului de certificare

Nume sau simbol de identificare și adresa înregistrată a producătorului

Ultimele două cifre ale anului în care s-a aplicat marcajul

Numărul certificatului CPF

Numărul Standardului European

Descrierea produsului și informațiile referitoare la caracteristicile reglementate supuse controlului

Figura 3.2. Marcajul CE pentru bitumul rutier 50/70 produs de ORLEN Asphalt în anul 2012.

4 DESCRIEREA STANDARDULUI EN 14023:2010

Standardul EN 14023:2010 face parte din seria de norme europene referitoare la lianții bituminoși. În figura 4.1. este prezentată poziția standardului EN 14023 în sistemul de norme europene referitoare la lianții bituminoși.

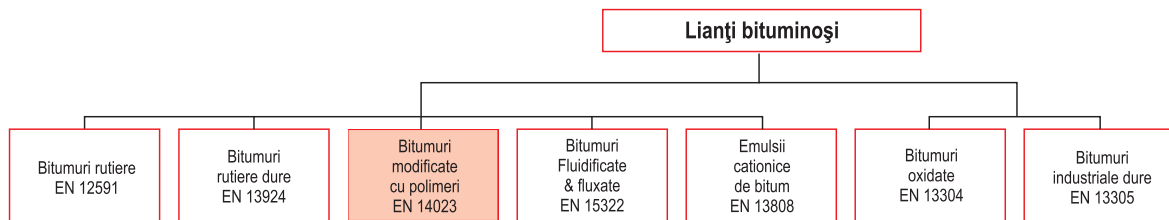


Figura 4.1. Alocarea normelor europene diverselor tipuri de lianți. Standardul descris a fost marcat cu o culoare.

Standardul descris este de tip mandat (adică este elaborat în baza unui mandat – comenzi din partea Comisiei Europene) și susține cerințele de bază ale Directivei UE Produse pentru Construcții 89/106/EEC (EU Construction Products Directive (89/106/EEC)). Începând cu 1.07.2013 produsele pentru construcții vor fi supuse noului Regulament al Parlamentului European și al Consiliului nr. 305/2011.

4.1. Sistematizarea marcării biturilor modificate

Sistematizarea marcării biturilor modificate produse conform cu Standardul European EN 14023 este următoarea:

PMB X/Y-Z

în care:

X – limita minimă de penetrație la 25°C [0,1 mm] conform EN 1426,

Y – limita maximă de penetrație la 25°C [0,1 mm] conform EN 1426,

Z – limita minimă a punctului de înmuiere (T_B) [°C] conform EN 1427.

PMB – acronimul provine de la „*polymer modified bitumen*” (de obicei înlocuit cu denumirea comercială a producătorului)

4.2. Cerințe

Standardul EN 14023:2010 *Bitumuri și lianți bituminoși. Reguli de clasificare a biturilor modificate cu polimeri* nu este o normă tipică de stabilire a unor cerințe rigide pentru tipurile particulare de bitumuri (precum majoritatea înscrisurilor din EN 12591), ci este o normă de clasificare și anume conține un set de proprietăți și o serie de diverse niveluri de cerințe asociate acestora (denumite clase). Se presupune că

fiecare stat membru CEN (*European Committee for Standardisation* – Comitetul European de Standardizare) va alege proprietățile și nivelurile cerințelor asociate acestora sub forma unei lucrări cu denumirea Document Normativ – Anexă Națională la Standardul descris. Acest lucru permite fiecărei țări să aleagă parametri optimi pentru definirea trăsăturilor prin care trebuie să fie caracterizați lianții modificați pentru drumuri utilizați pe teritoriul său. Acest lucru este dictat de condițiile climaterice diferențiate în diverse părți ale Europei, niveluri diferite pentru încărcarea admisă pe axele vehiculelor și mulți alți factori tehnologici.

EN 14023:2010 include un set de proprietăți de bază și adiționale divizate în trei tabele separate:

- Tabelul 1 – proprietăți utilizate pentru toate biturile modificate cu polimeri;
- Tabelul 2 – proprietăți legate de prevederi legale sau alte condiții naționale;
- Tabelul 3 – proprietăți adiționale.

Primul tabel include un set de cerințe de bază, iar tabelele 2 și 3 includ un set de cerințe adiționale. În tabelele menționate anterior, din standardul EN 14023:2010 fiecare din proprietățile bitumului polimerizat a fost împărțită într-un anumit număr de clase, din care se poate alege orice nivel de cerință¹.

Datorită seturilor astfel construite, de clase și parametri, este posibilă orice listă de cerințe pentru fiecare țară europeană – adică este posibilă crearea oricărei specificații pentru un anumit bitum polimerizat. Fiecare stat poate deci efectua o analiză a cerințelor și își poate crea propriul document normativ național (Anexă Națională), care introduce standardul de aplicat pe teritoriul său.

Tabelele 4.1., 4.2. și 4.3., aflate în paginile următoare, sunt corespondentele tabelelor 1, 2, 3 din standardul EN 14023:2010. În tabele se pot găsi marcajele NR și TBR:

- NR (eng.: No Requirement) – adică „lipsă cerințe”, este un înscris care permite fiecărui stat să utilizeze această clasă în situația, în care pentru o anumită proprietate nu există cerințe naționale în locul utilizării intenționate.
- TBR (eng.: To Be Reported) – înseamnă că nu au fost definite cerințele, iar producătorul este rugat să menționeze rezultatul testului; în acest caz se sugerează că o anumită proprietate poate fi importantă și va apărea în viitor.

Clasele din tabelele normative **nu au legătură una cu cealaltă**, adică setul de proprietăți cu cerințele clasei 3 nu formează un set de cerințe, de exemplu în clasa 3 avem $Pen_{25} = 25 \div 55$ [0,1 mm] și în același timp punctul de rupere $T_{Fraass} \leq -5$, ceea ce nu înseamnă că acestea formează un set de cerințe. Toate proprietățile și clasele sunt tratate independent. Având la dispoziție 18 proprietăți și clasele de selecție asociate acestora, se pot crea multe combinații de cerințe. Totodată, crearea cerințelor implică o responsabilitate mare, deoarece se pot crea cerințele pentru un produs bun teoretic, însă care nu poate fi produs în practică.

În tabelele 4.1., 4.2. și 4.3. prin cadrane de culoare **roșie** au fost marcate pentru exemplificare cerințele de bază și cerințele adiționale pentru bitum modificat PMB 25/55-65 în vigoare în România. În mod similar au fost create în România și în Polonia specificațiile pentru alte bitumuri modificate cu polimeri (așa-numitele Anexe Naționale) pentru a fi utilizate pe teritoriile acestora.

1) Trebuie reținut că diversele clase din tabele nu au legătură între ele, adică de exemplu alegerea clasei 2 din toate tabelele nu creează un set logic de cerințe pentru bitumul modificat cu penetrație la 25°C din domeniul $10 \div 40$ [0,1 mm], puncte de înmuiere de peste 80°C, coeziune la 5°C peste 3 J/cm² etc.

Seturile de cerințe pentru bitumuri modificate valabile în România și în Polonia – informații din anexele naționale pentru România (NB la standardul SR-EN 14023:2010) și respectiv pentru Polonia (NA la standardul PN-EN 14023:2011) sunt prezentate în tabelele 4.4. și 4.5.

Tabelul 4.1.

Principiile de clasificare a biturilor modificate cu polimeri – Proprietăți utilizate pentru toate biturile modificate cu polimeri (Standardul EN 14023:2010).

Proprietate	Metodă de analiză	Unitate	Clasele cerințelor pentru toate biturile modificate cu polimeri										
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	10-40	25-55	45-80	40-100	65-105	75-130	90-150	120-200	200-300		
Punct de înmuiere	EN 1427	°C	≥ 80	≥ 75	≥ 70	≥ 65	≥ 60	≥ 55	≥ 50	≥ 45	≥ 40		
Coeziune ^a	Forță de ductilitate ^a (tracțiune 50 mm/min) sau	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	≥ 3 la 5°C	≥ 2 la 5°C	≥ 1 la 5°C	≥ 2 la 0°C	≥ 2 la 10°C	≥ 3 la 10°C	≥ 0,5 la 15°C	≥ 2 la 15°C	≥ 0,5 la 20°C	≥ 0,5 la 25°C
	Rezistența la tracțiune directă ^a (tracțiune 100 mm/min) sau	EN 13587 EN 13703	J/cm ²	≥ 3 la 5°C	≥ 2 la 5°C	≥ 1 la 5°C	≥ 3 la 0°C	≥ 3 la 10°C					
	Metoda pendulului c (încercare la șoc)	EN 13588	J/cm ²	≥ 0,7									
Rezistența la îmbătrânire ^b	Penetrație reziduală la	EN 12607-1	%	≥ 35	≥ 40	≥ 45	≥ 50	≥ 55	≥ 60				
	Creșterea punctului de înmuiere		%	≤ 8	≤ 10	≤ 12							
	Variație de masă ^c		°C	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 1,0						
Rezistența la îmbătrânire ^b	EN ISO 2592	%	≥ 250	≥ 235	≥ 220								

^a Trebuie selectată o singură metodă de analiză a coeziunii, în funcție de utilizarea finală. Determinarea coeziunii prin metoda Vialit (EN 13588) trebuie selectată numai în cazul lianților destinați întreținerii de suprafață.

^b Metoda de bază de testare este RTFOT la 163°C. În cazul anumitor bitumuri modificate cu polimeri, a căror viscozitate este prea ridicată, pentru a asigura mișcarea stratului de bitum, nu este posibilă efectuarea determinării RTFOT la temperatura de referință 163°C. În astfel de cazuri determinarea trebuie efectuată la 180°C conform EN 12607-1.

^c Modificarea masei poate avea valoare pozitivă sau negativă.

Tabelul 4.2.

Principiile de clasificare a biturilor modificate cu polimeri – Proprietăți legate de prevederile legale sau alte condiții naționale (Standardul EN 14023:2010).

Proprietate	Metodă de analiză	Unitate	Clase pentru condițiile naționale										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Punct de rupere Fraass	EN 12593	°C	NR ^a	TBR ^b	≤ 0	≤ -5	≤ -7	≤ -10	≤ -12	≤ -15	≤ -18	≤ -20	≤ -22
Revenire elastică	la 25°C sau c	EN 13398	%	NR ^a	TBR ^b	≥ 80	≥ 70	≥ 60	≥ 50				
	la 10°C	EN 13398	%	NR ^a	TBR ^b	≥ 75	≥ 50						

^a NR. Lipsă cerințe – poate fi utilizată în situația, în care pentru o anumită proprietate nu există cerințe naționale în locul utilizării intenționate.

^b TBR. De raportat – poate fi utilizată în situația, în care pentru o anumită proprietate nu există cerințe naționale în locul utilizării intenționate, însă proprietatea respectivă a fost considerată drept utilă pentru descrierea biturilor modificate cu polimeri.

^c Dacă se cere, biturile modificate cu polimeri trebuie să îndeplinească cerințele pentru revenirea elastică la 25°C sau 10°C

Tabelul 4.3.

Regulile de clasificare a biturilor modificate cu polimeri – Proprietăți adiționale (Standardul EN 14023:2010).

Proprietate	Metodă de analiză	Unitate	Clasele proprietăților adiționale pentru biturile modificate cu polimeri							
			0	1	2	3	4	5	6	7
Interval de plasticitate	Subpunct 5.2.8.4.	°C	NR ^a	TBR	≥ 85	≥ 80	≥ 75	≥ 70	≥ 65	≥ 60
Scăderea punctului de înmuiere după îmbătrânire EN 12607-1	EN 1427	°C	NR ^a	TBR	≤ 2	≤ 5				
Revenirea elastică la 25°C după testarea conform EN 12607-1	EN 13398	%	NR ^a	TBR	≥ 70	≥ 60	≥ 50			
Revenirea elastică la 10°C după testarea conform EN 12607-1	EN 13398	%	NR ^a	TBR	≥ 50					
Stabilitatea la depozitare ^b Diferența între punctele de înmuiere	EN 13399 EN 1427	°C	NR ^a	TBR ^b	≤ 5					
Stabilitatea la depozitare ^b Diferența de penetrație	EN 13399 EN 1426	0,1 mm	NR ^a	TBR ^b	≤ 9	≤ 13	≤ 19	≤ 26		

^a NR. Lipsă cerințe – poate fi utilizată în situația, în care pentru o anumită proprietate nu există cerințe naționale în locul utilizării intenționate

^b Condițiile de depozitare a bitumului modificat cu polimeri trebuie menționate de furnizor. În cazul biturilor modificate cu polimeri este necesară omogenitatea. Tendința biturilor modificate cu polimeri de a-și separa componentele poate fi evaluată prin determinarea stabilității la depozitare (vezi EN 13399). Dacă produsul nu îndeplinește cerințele menționate în Tabelul 3, clasele de la 2 la 5, furnizorul trebuie să prezinte informații referitoare la modul în care trebuie depozitat bitumul modificat cu polimeri pentru a evita separarea componentelor acestuia și pentru a asigura omogenitatea produsului.

Tabelul 4.4.

Diviziunea pe tipuri și cerințe pentru biturile modificate cu polimeri în România conform anexei naționale NB la standardul SR-EN 14023:2010.

Metodă de încercare	U.M.	Tipul de bitum modificat cu polimeri										
		PMB 10/40-65		PMB 25/55-65		PMB 45/80-65		PMB 40/100-65		PMB 65/105-55 ^a		
		interval	clasa	interval	clasa	interval	clasa	interval	clasa	interval	clasa	
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	10-40	2	25-55	3	45-80	4	40-100	5	65-105	6
Punct de înmuiere	EN 1427	°C	≥65	5	≥65	6	≥65	5	≥65	5	≥55	7
Coeziune – Forță de ductilitate (tracțiune 50 mm/min)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	TBR	-	TBR	-	TBR	-	TBR	-	TBR	-
Coeziune – Metoda pendului (încercare la șoc)	EN 13588	J/cm ²	NR	-	NR	-	NR	-	NR	-	TBR	-
Revenire elastică la 25°C	EN 13398	%	≥60	4	≥70	3	≥80	2	≥80	2	≥50	5
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥250	2	≥250	2	≥250	2	≥220	4	≥220	4
Punct de rupere Fraass	EN 12593	°C	≤-5	3	≤-10	5	≤-13	-	≤-15	7	≤-15	7
Penetrație reziduală la 25°C, după EN 12607-1	EN 12607-1 EN 1426	%	≥60	7	≥60	7	≥50	5	≥50	5	NR	-
Creșterea punctului de înmuiere, după EN 12607-1	EN 12607-1 EN 1427	°C	≤8	2	≤8	2	≤8	2	≤8	2	NR	-
Variație de masă, după EN 12607-1	EN 12607-1	%	≤0,3	2	≤0,5	3	≤0,5	3	≤0,5	3	NR	-
Revenire elastică la 25°C, după EN 12607-1	EN 12607-1 EN 13398	%	≥50	4	≥60	5	≥70	2	≥70	2	NR	-
Stabilitate la depozitare – diferență punct de înmuiere	EN 13399 EN 1427	°C	≤5	2	≤5	2	≤5	2	≤5	2	≤5	2
Stabilitate la depozitare – diferență penetrație la 25°C	EN 13399 EN 1426	0,1 mm	≤9	2	≤9	2	≤9	2	≤9	2	≤9	2

NR – No Requirement (lipsă cerințe)
 TBR – To Be Reported (de raportat)
^a Valorile din această coloană a tabelului se referă numai la biturile utilizate la obținerea emulsiilor bituminoase

Tabelul 4.5.

Diviziunea pe tipuri și cerințe pentru biturile modificate cu polimeri în Polonia conform anexei naționale NA la Standardul PN-EN 14023:2011.

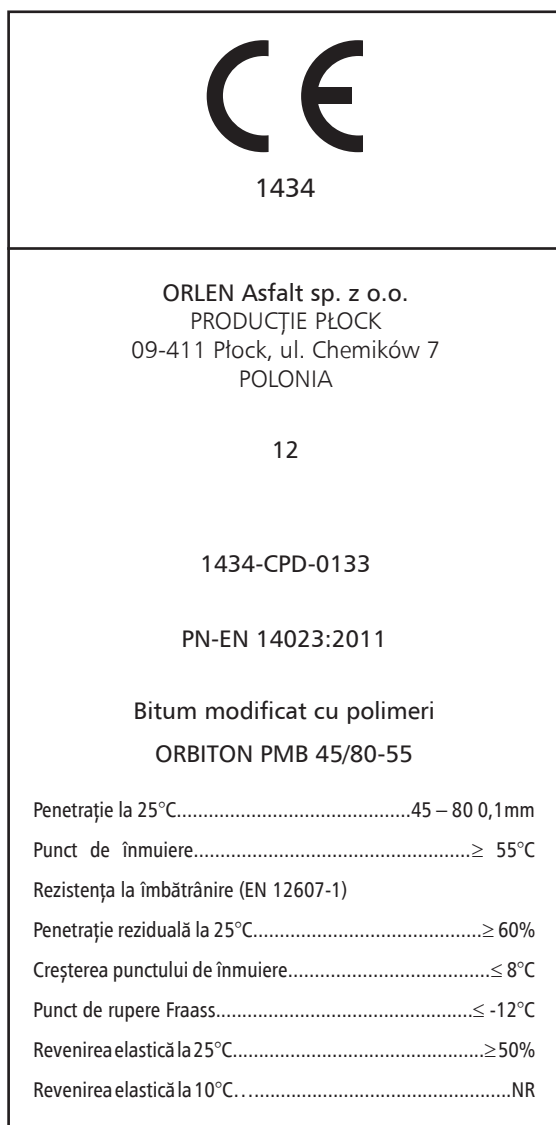
Metodă de încercare		U.M.	Tipul de bitum modificat cu polimeri													
			PMB 10/40-65		PMB 25/55-60		PMB 45/80-55		PMB 45/80-65		PMB 65/105-60		PMB 90/150-45		PMB 120/200-40	
			interval	clasa	interval	clasa	interval	clasa	interval	clasa	interval	clasa	interval	clasa	interval	clasa
Penetrație la 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	10-40	2	25-55	3	45-80	4	45-80	4	65-105	6	90-150	8	120-200	9
Punct de înmuiere	PN-EN 1427	°C	≥65	5	≥60	6	≥55	7	≥65	5	≥60	6	≥45	9	≥40	10
Coeziune – Forță de ductilitate (tracțiune 50 mm/min)	PN-EN 13589 PN-EN 13703	J/cm ²	≥2 la 10°C	6	≥2 la 10°C	6	≥3 la 5°C	2	≥3 la 5°C	2	≥3 la 5°C	2	≥1 la 5°C	4	≥1 la 5°C	4
Variație de masă, după EN 12607-1	PN-EN 12607-1	% m/m	≤0,5	3	≤0,5	3	≤0,5	3	≤0,5	3	≤0,5	3	≤0,5	3	≤0,5	3
Penetrație reziduală la 25°C, după EN 12607-1	PN-EN 12607-1 PN-EN 1426	%	≥60	7	≥60	7	≥60	7	≥60	7	≥60	7	≥50	5	≥50	5
Creșterea punctului de înmuiere, după EN 12607-1	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	≤8	2	≤8	2	≤8	2	≤8	2	≤10	3	≤10	3	≤10	3
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥235	3	≥235	3	≥235	3	≥235	3	≥235	3	≥235	3	≥220	4
Punct de rupere Fraass	PN-EN 12593	°C	≤-5	3	≤-10	5	≤-12	6	≤-15	7	≤-15	7	≤-18	8	≤-20	9
Revenire elastică la 25°C	PN-EN 13398	%	≥50	5	≥50	5	≥50	5	≥70	5	≥70	3	≥50	5	≥50	5
Revenire elastică la 10°C	PN-EN 13398	%	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0
Interval de plasticitate	PN-EN 14023	°C	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1
Creșterea punctului de înmuiere, după EN 12607-1	PN-EN 12607-1 PN-EN 1427	°C	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1
Revenire elastică la 25°C, după EN 12607-1	PN-EN 12607-1 PN-EN 13398	%	≥50	4	≥50	4	≥50	4	≥60	3	≥60	3	≥50	4	≥50	4
Revenire elastică la 10°C, după EN 12607-1	PN-EN 12607-1 PN-EN 13398	%	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0
Stabilitate la depozitare – diferență punct de înmuiere	PN-EN 13399 PN-EN 1427	°C	≤5	2	≤5	2	≤5	2	≤5	2	≤5	2	≤5	2	≤5	2
Stabilitate la depozitare – diferență penetrație la 25°C	PN-EN 13399 PN-EN 1426	0,1 mm	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0

 NR – No Requirement (lipsă cerințe)
 TBR – To Be Reported (de raportat)

Evaluarea conformității și Anexa ZA

Biturile modificate destinate construcției de drumuri, aeroporturi și alte suprafețe care să suporte trafic pe roți sunt produse pentru construcții supuse sistemului de evaluare a conformității „2+”, în care se cere ca producătorul să aibă implementat un sistem de Control al Producției în Fabrică (CPF) atestat cu Certificat CPF emis de organismul de notificare prin directiva Uniunii Europene 86/106/EEC.

Anexa ZA aflată în Standardul EN 14023:2010 include în plus o procedură de evaluare a conformității biturilor modificate, o diviziune a sarcinilor în timpul evaluării conformității, un capitol referitor la certificat și declarația de conformitate precum și marcajul CE și etichetare. În figura 4.2. este prezentat un exemplu de informație care însoțește marcajul CE.



Marcajul de conformitate CE, constând din simbolul „CE” stabilit în Directiva 93/68/EEC

Număr de identificare a organismului de certificare

Nume sau simbol de identificare și adresa înregistrată a producătorului

Ultimele două cifre ale anului în care s-a aplicat marcajul

Număr certificat

Numărul Standardului European

Descrierea produsului și informațiile referitoare la caracteristicile reglementate supuse controlului

Figura 4.2. Exemplu de inscripționare cu marca CE a bitumului modificat ORBITON 45/80-55 produs de ORLEN Asphalt în anul 2012

5 DESCRIEREA STANDARDULUI EN 13924:2006

Standardul EN 13924:2006/AC:2006 *Bitum și lianți bituminoși. Specificații pentru bitumuri rutiere dure* este un standard armonizat, fiind publicat în Official Journal of the European Union în anul 2010 (împreună cu rectificarea AC:2006).

Standardul EN 13924:2006 face parte din seria de norme europene referitoare la lianții bituminoși. În figura 5.1. este prezentată poziția standardului EN 13924:2006 în sistemul de norme europene referitoare la lianții bituminoși.

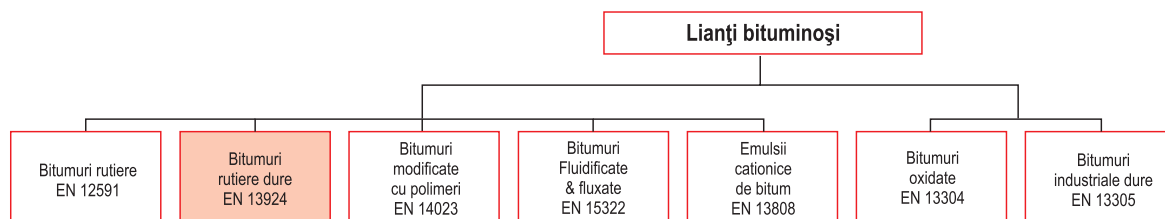


Figura 5.1. Alocarea normelor europene diverselor tipuri de lianți. Standardul descris a fost marcat printr-o culoare.

Standardul descris este o normă de tip mandat și susține cerințele de bază ale Directivei UE Produsele pentru construcții 89/106/EEC (EU Construction Products Directive). Începând cu 1.07.2013, produsele pentru construcții vor fi supuse noului Regulament al Parlamentului European și al Consiliului nr. 305/2011.

În anexa ZA, care reprezintă o parte integrantă a standardului EN 13924:2006, sunt menționate informații referitoare la legăturile acestui document cu directiva UE privind produsele pentru construcții.

Conform planurilor CEN TC 336, în anul 2013 sau 2014 standardul EN 13924 va fi transformat în standardul EN 13924-1.

5.1. Clasificarea bitumurilor rutiere dure

Standardul EN 13924 permite crearea specificațiilor bitumurilor mai dure decât bitumurile rutiere conform EN 12591.

Modul de marcare a bitumurilor rutiere dure produse conform Normei Europene EN 13924:2006 este după cum urmează:

Bitum rutier dur XX/YY

în care au fost marcate:

XX – limita minimă de penetrație la 25°C a tipului respectiv de bitum [0,1 mm],

YY – limita maximă de penetrație la 25°C a tipului respectiv de bitum [0,1 mm].

ORLEN Asphalt produce bitumuri rutiere dure conform EN 13924:2006 numai la comanda specială a clienților.

5.2. Cerințe

Standardul EN 13924:2006 este o normă de clasificare, adică prezintă principiile de stabilire a proprietăților și a metodelor de analiză a biturilor rutiere dure ce corespund acestor proprietăți și include cerințele complete referitoare la evaluarea conformității. Similar cu EN 12591, standardul descris nu cuprinde proprietăți ale biturilor precum adezivitatea sau capacitatea de legare (lipire a granulelor). Conform filozofiei normelor de tip clasificativ, în fiecare țară ar trebui să ia naștere un document aplicativ, în care să se stabilească ce cerințe și cu ce niveluri ale cerințelor (clase) se aplică în cazul anumitor tipuri ale liantului dat. Principiile de creare a acestor documente aplicative (de exemplu sub forma anexelor naționale la normele EN) sunt descrise la capitolul 4 referitor la norma EN 14023.

Standardul EN 13924:2006 descrie cerințele pentru proprietățile biturilor rutiere dure, ce cuprind:

- consistența la o temperatură intermediară de exploatare;
- consistența la temperatură ridicată de exploatare;
- stabilitatea (durabilitatea) consistenței.

Lista proprietăților ce pot fi utilizate pentru crearea unei specificații naționale se află în tabelul 1 din normă. În normă se află și următoarele determinări:

- pentru clasificarea biturilor rutiere dure este utilizată valoarea penetrației la 25°C,
- în tabelul 1 din standard sunt menționate clasele cu intervalele generale ale valorii punctului de înmuiere IB, sub rezerva faptului că producătorul ar trebui să declare valoarea medie a punctului de înmuiere în intervalul restrâns la $\pm 5^\circ\text{C}$, cu respectarea principiului că intervalul restrâns al temperaturii de înmuiere ar trebui să se încadreze chiar și așa în intervalul general menționat în tabelul 1 (exemplu: clasa 2 din tabelul 1 din standard stabilește intervalul general T_{IB} ca $55 \div 71^\circ\text{C}$, producătorul își declară producția ca medie a $T_{IB} = 61 \pm 5^\circ\text{C}$ ($56 \div 66^\circ\text{C}$), valoare care se încadrează în intervalul $55 \div 71^\circ\text{C}$),
- pentru stabilirea consistenței la temperatură de exploatare ridicată, pe lângă punctul de înmuiere IB se poate alege în plus viscozitatea dinamică la 60°C,
- pentru stabilirea punctului de inflamabilitate trebuie utilizată metoda creuzetului deschis Cleveland conform EN ISO 2592, însă dacă în bitum se află impurități se poate folosi în plus metoda creuzetului închis Pensky-Martens conform EN ISO 2719 (atenție: metoda creuzetului închis indică un punct de inflamabilitate mai mic),
- pe lângă clasele cu cerințe menționate direct în standard, de exemplu penetrație la 25°C 10/20 și 15/25, în documentul aplicativ național se pot defini alte intervale ale proprietăților, lucru care permite utilizarea clasei 1 (TBR – To Be Reported),
- pentru soluționarea cazurilor litigioase se aplică standardul EN ISO 4259 bazat pe precizia analizelor.

În normă apar următoarele simboluri:

NR – (eng.: No Requirement) – semnifică lipsa cerințelor pentru proprietatea respectivă și renunțarea la aplicarea acesteia

NPD – (eng.: No Performance Determined) – înseamnă că proprietatea utilitară nu este stabilită

5.2.1. Documente naționale aplicative la norma EN 13924:2006

În norma SR EN 13924:2007 nu a fost inclusă o anexă națională cu cerințele pentru bitumurile rutiere dure.

În Tabelul 5.1 sunt prezentate cerințele pentru bitumurile rutiere dure destinate utilizării la construcția de drumuri în Polonia cu luarea în considerare a condițiilor naționale conform PN-EN 13924:2009.

Tabelul 5.1.

Cerințele referitoare la bitumurile rutiere dure în Polonia în baza Anexei naționale NA la norma PN-EN 13924:2009.

Proprietate	Metodă de analiză	U.M.	Tip de bitum rutier dur	
			10/20	15/25
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	10-20	15-25
Punct de înmuiere	EN 1427	°C	58 – 78	55 – 71
Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	Pa · s	NR	NR
Rezistență la întărire la 163°C	EN 12607-1 (RTFOT)			
Penetrație reziduală		%	≥ 55	≥ 55
Creșterea punctului de înmuiere		°C	≤ 10	≤ 8
Punct de înmuiere după RTFOT		°C	NPD	NPD
Variație masă (valoare absolută)		%	≤ 0,5	≤ 0,5
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 245	≥ 245
Solubilitate	EN 12592	%	≥ 99,0	≥ 99,0
Indice de penetrație	EN 13924:2006 Anexa A	-	NR	NR
Punct de rupere Fraass	EN 12593	°C	≤ 3	≤ 0
Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm ² /s	NR	NR
<i>Variația masei poate fi pozitivă sau negativă</i>				

5.3. Evaluarea conformității și Anexa ZA

Capitolul referitor la evaluarea conformității bitumurilor rutiere dure în EN 13924:2006 a fost construit în mod similar cu normele EN 12591 și EN 14023, care au fost descrise în capitolele anterioare.

6 DESCRIEREA PROIECTULUI DE STANDARD PREN 13924-2

În acest capitol este descris proiectul de standard prEN 13924-2:2013 *Bitum și lianți bituminoși. Specificații pentru bitumuri multigrad* (versiunea din septembrie 2011). Acest standard este prevăzut pentru armonizare.

Standardul EN 13924-2 va face parte din pachetul de norme europene referitoare la lianții bituminoși. În figura 6.1 este prezentată poziția planificată a standardului EN 13924-2 în sistemul de norme europene referitoare la lianții bituminoși.

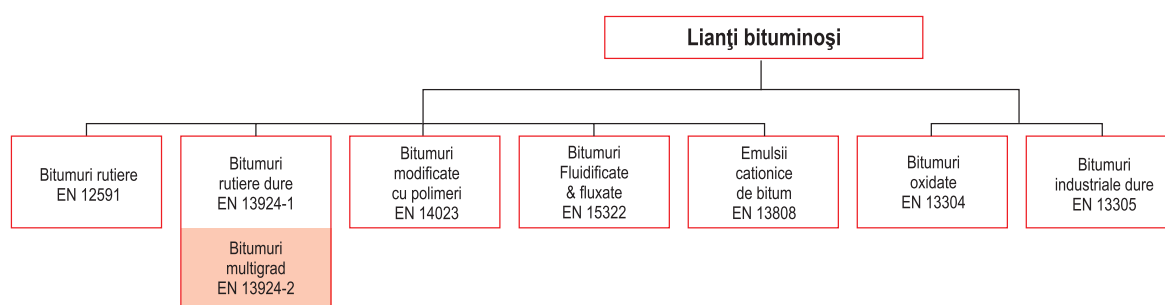


Figura 6.1. Alocarea normelor europene diverselor tipuri de lianți. Proiectul normei descrise a fost marcat printr-o culoare.

Standardul descris va fi o normă de tip mandat și va fi conform cu cerințele Regulamentului Parlamentului European și al Consiliului nr. 305/2011.

În anexa ZA, care este parte integrantă a proiectului de standard EN 13924-2, sunt menționate informații referitoare la legăturile acestui document cu Regulamentul privind produsele pentru construcții nr. 305/2011.

Conform planurilor CEN TC 336, standardul EN 13924-2 va fi publicat în anul 2014.

6.1. Clasificarea bitumurilor multigrad

Modul de marcare a bitumurilor multigrad conform proiectului de standard european prEN 13924-2 este următorul:

MG XX/YY – ZZ/OO

în care au fost marcate:

XX – limita minimă de penetrație la 25°C a tipului respectiv de bitum [0,1 mm],

YY – limita maximă de penetrație la 25°C a tipului respectiv de bitum [0,1 mm],

ZZ – limita minimă a punctului de înmuiere IB pentru tipul dat de bitum [°C],

OO – limita maximă a punctului de înmuiere IB pentru tipul dat de bitum [°C].

6.2. Cerințe

La fel ca în standardele EN de tip clasificativ (EN 14023, EN 13924) descrise anterior, proiectul de standard EN 13924-2 prezintă principiile de stabilire a proprietăților și a metodelor de analiză a biturilor rutiere multigrad care corespund acestor proprietăți și include cerințele complete referitoare la evaluarea conformității.

Standardul descrie cerințele pentru biturile multigrad, care cuprind:

- consistența la o temperatură intermediară de exploatare,
- consistența la temperatură ridicată de exploatare,
- stabilitatea (durabilitatea) consistenței.

Lista proprietăților ce pot fi folosite pentru crearea unei specificații naționale se află în tabelele 1.A și 1.B din standard, în timp ce proprietățile din tabelul 1.A sunt folosite pentru descrierea fiecărui tip de bitum multigrad, iar proprietățile din tabelul 1.B pot fi utilizate în specificație dacă sunt relevante pentru țara respectivă. În standard se află următoarele determinări:

- pentru clasificarea biturilor rutiere multigrad se folosește valoarea penetrației la 25°C și valoarea punctului de înmuiere IB;
- pentru determinarea punctului de inflamabilitate trebuie folosită metoda creuzetului deschis Cleveland conform EN ISO 2592, însă dacă în bitum se află impurități se poate folosi adițional metoda creuzetului închis Pensky-Martens conform EN ISO 2719 (atenție: metoda creuzetului închis indică un punct de inflamabilitate mai mic);
- pentru soluționarea cazurilor litigioase se aplică standardul EN ISO 4259 bazat pe precizia analizelor.

În normă apar următoarele simboluri:

DV – (eng.: Declared Value) – înseamnă valoarea declarată de producător

NR – (eng.: No Requirement) – semnifică lipsa cerințelor pentru proprietatea respectivă și renunțarea la aplicarea acesteia

NPD – (eng.: No Performance Determined) – înseamnă că proprietatea utilitară nu este stabilită

Nu a fost încă aprobată de CEN, deci nu prezentăm tabelele 1.A și 1.B. După publicarea prEN 13924-2 vor apărea cel mai probabil anexe naționale cu cerințe.

6.2.1. Documentele aplicative naționale pentru biturile multigrad

Deoarece proiectul de standard prEN 13924-2 nu a fost încă publicat, pot fi utilizate exclusiv alte specificații naționale fără legătură cu Norma Europeană menționată. În Polonia un astfel de sistem sunt Aprobările Tehnice emise de Institutul de Cercetare pentru Drumuri și Poduri din Varșovia (IBDiM), în care, la cererea producătorului liantului, se stabilesc cerințele și sistemul de evaluare a conformității. ORLEN Asphalt deține astfel de documente pentru biturile sale multigrad, comercializate sub marca BITREX. În Tabelul 6.1 sunt prezentate cerințele pentru biturile multigrad BITREX produse de ORLEN Asphalt. Mai multe informații despre acești lianți, inclusiv rezultatele analizelor, puteți găsi în capitolele 9 și 10.

Tabelul 6.1.

Cerințele referitoare la bitumurile rutiere multigrad în Polonia în baza Aprobărilor Tehnice IBDiM (utilizate până la momentul publicării normei EN 13924-2)

Proprietate	Metodă de testare	Unitate	BITREX 35/50	BITREX 50/70
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	35 ÷ 50	50 ÷ 70
Punct de înmuiere	EN 1427	°C	≥ 57	≥ 54
Punct de rupere	EN 12593	°C	≤ -16	≤ -19
Indice de penetrație, Pen/T ₁₈	EN 12591	-	≥ 0,4	≥ 0,5
Conținutul de parafină	EN 12606-1	%	≤ 2,2	≤ 2,2
Viscozitate dinamică la 60°C	ASTM D 4402	Pa·s	≥ 2 000	≥ 1 000
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 240	≥ 240
Densitate la 25°C	EN ISO 3838	g/cm ³	1,0 ÷ 1,1	1,0 ÷ 1,1
Modificarea masei după îmbătrânire	EN 12607-1	% m/m	≤ 0,5	≤ 0,5
Creșterea punctului de înmuiere după RTFOT	EN 1427	°C	≤ 9,0	≤ 9,0
Scăderea penetrației după RTFOT	EN 1426	%	≤ 40	≤ 45

Nu sunt cerințe pentru bitumuri multigrad în România.

6.3. Evaluarea conformității și Anexa ZA

Capitolul referitor la evaluarea conformității biturilor rutiere dure în EN 13924:2006 a fost construit în mod similar cu normele EN 12591 și EN 14023, care au fost descrise în capitolele anterioare.

7 BITUMURI RUTIERE CONFORM EN 12591:2009

7.1. Descriere generală a biturilor rutiere

Bitumurile rutiere sunt cei mai utilizați lianți rutieri pentru mixturile asfaltice la cald folosite pentru construcția drumurilor. În aprilie 2009 CEN a publicat cea mai recentă versiune a standardului EN 12591 (ediția anterioară din 1999).

La ORLEN Asphalt, bitumurile rutiere sunt produse, în principal, în sistemul de oxidare continuă conform tehnologiei BITUROX® sub licența firmei austriece Pörrner. Aceasta este în prezent una din metodele de obținere a lianților din materii prime după distilarea petrolului (mai multe informații despre metodele de producție a biturilor în Capitolul 1).

ORLEN Asphalt produce următoarele tipuri de bitumuri rutiere conform EN 12591:2009: 20/30, 35/50, 50/70, 70/100, 100/150 și 160/220. Toți acești lianți fac parte din grupa biturilor rutiere cu interval de penetrație 20÷220 [0,1 mm], testată la temperatura de 25°C.

Bitumul 20/30 este unul dintre cele mai dure bitumuri conform EN 12591. 35/50 și 50/70 sunt bitumuri cu duritate medie, adesea utilizate în scop rutier. Se oferă, de asemenea, și grupa biturilor moi cu marcajele 70/100, 100/150 și 160/220.

Comparația grafică a proprietăților de bază ale biturilor pentru cei mai populari doi parametri ce caracterizează lianții bituminoși – penetrația la 25°C și punctul de înmuiere T_{IB} – este prezentată în figura 7.1.

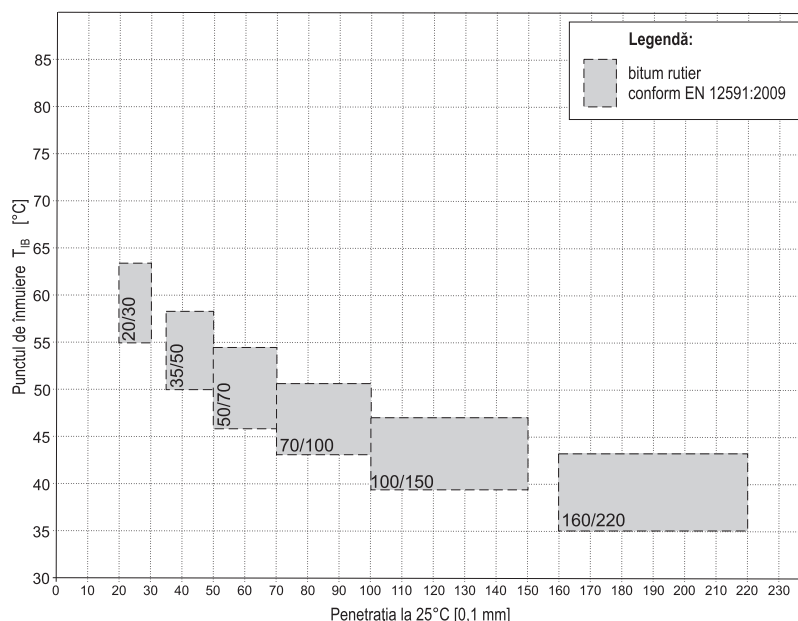


Figura 7.1. Comparația grafică a biturilor rutiere conform EN 12591:2009 referitor la penetrația la 25°C și punctul de înmuiere T_{IB}

7.2. Proprietăți

În continuarea capitolului sunt prezentate toate proprietățile biturilor rutiere conform EN 12591 împreună cu informațiile obținute conform metodei americane "PG system SHRP". În plus, au fost incluse informații referitoare la temperaturile tehnologice orientative de utilizare a biturilor în mixturile mineral-asfaltice și date privind viscozitatea și dependența viscozității de temperatură.

O clasificare adițională conform rezultatelor analizei MSCR (ASTM D 7405-10a) a fost inclusă la capitolul 11.

7.2.1. Bitum rutier 20/30

Destinație

Bitumul rutier 20/30 este cel mai dur bitum rutier dintre cele produse în prezent de firma ORLEN Asphalt. Datorită punctului ridicat de înmuiere și a sensibilității crescute la fisurare la temperaturi joase, este recomandat pentru utilizarea exclusivă în straturile de legătură și de bază din beton asfaltic (BA), cu modul ridicat de rigiditate, în special în regiunile cu climă temperată.

Proprietăți conform EN 12591:2009

Tabelul 7.1.

Proprietățile bitumului rutier 20/30

Proprietate	Metodă de testare	Unitate	Cerință
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	20 – 30
Punct de înmuiere	EN 1427	°C	55 – 63
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 240
Solubilitate	EN 12592	% (m/m)	≥ 99,0
Variația masei după îmbătrânirea RTFOT (valoare absolută)	EN 12607-1	% (m/m)	≤ 0,5
Penetrație reziduală după îmbătrânirea RTFOT	EN 12607-1 EN 1426	%	≥ 55
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânirea RTFOT	EN 12607-1 EN 1427	°C	≤ 8
Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm ² /s	≥ 530
Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	Pa*s	≥ 440

Proprietăți conform Superpave

Proprietățile bitumului 20/30 conform Superpave (pe baza analizelor efectuate între anii 2009-2012).

- clasificare conform AASHTO MP 1: **PG 82-16**

- temperaturi critice superioare (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (bitum proaspăt) $T_{crit} = 83,7^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT) $T_{crit} = 84,7^{\circ}\text{C}$
 - $G^*\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT și PAV) $T_{crit} = 26,0^{\circ}\text{C}$
- temperaturi critice inferioare (AASHTO PP 42; EN 14771):
 - temperatura la $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -14,7^{\circ}\text{C}$
 - temperatura la $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -8,1^{\circ}\text{C}$
 - rigiditatea la temperatura -16°C $S(T)_{-16} = 370,5$ MPa
- rezultate și clasificare conform metodei MSCR (explicații la capitolul 11)

Temperatura	64°C	70°C
Jnr 0,1 kPa	0,169	0,427
Jnr 3,2 kPa	0,185	0,503
Jnr diff	9,7	17,8
R 0,1 kPa	33,4	17,1
R 3,2 kPa	28,9	10,0
R diff	13	42
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră (la temperatura analizei) conform celei mai recente clasificări PG	Extreme	Very Heavy

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe realizate în presă giratorie)	155 ÷ 160°C
În unitatea de producție:	
Temperatura de pompare a bitumului	>145°C
Temperatura bitumului pentru producția mixturii asfaltice	175 ÷ 185°C
Temperatura asfaltului turnat MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 8h)	<230°C
Temperatura asfaltului turnat MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 4h)	<240°C
Observație: în timpul producției asfaltului turnat MA se recomandă utilizarea aditivilor de reducere a temperaturii tehnologice (amestecarea cu agregatul și încorporarea), astfel încât producția asfaltului turnat să aibă loc la o temperatură de sub 200°C.	
Pe șantier	
Temperatura minimă a mixturii asfaltice livrate (în coșul finisorului)	165°C

Dependența viscozității de temperatură

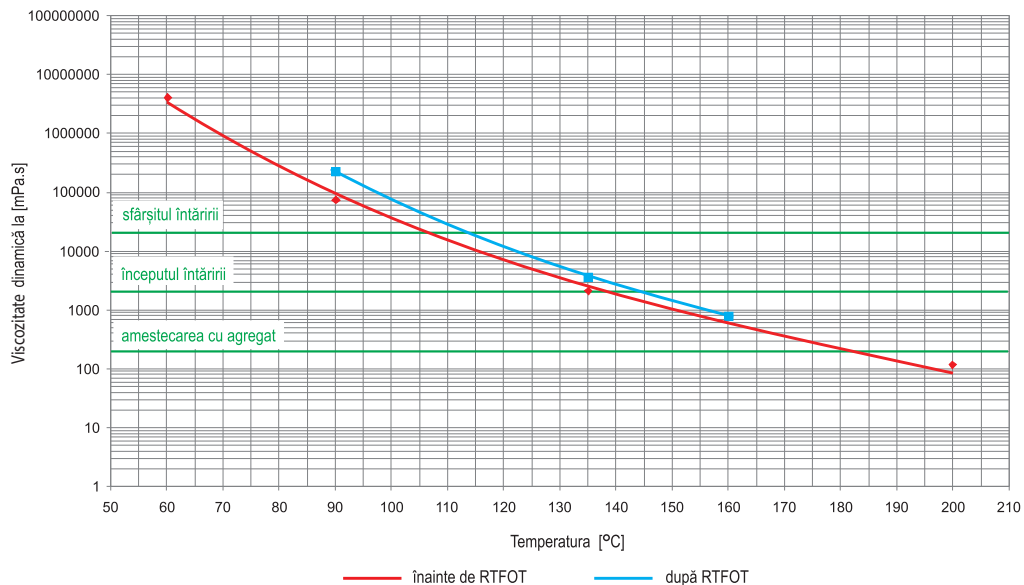


Figura 7.2. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul rutier 20/30.

Tabelul 7.2.

Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului 20/30 produs în anul 2012. Încercări efectuate la ORLEN Laboratorium sp. z o.o.

Tip de viscozitate	Metoda de testare	Document de referință	Parametri echipament	Unitate	Temperatura de testare	Exemplu
dinamică	capilară în vid	EN 12596	-	Pa*s	60°C	3 318
	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13702-2	ax nr. 21, 29	Pa*s	90°C	70,80
					135°C	2,06
			ax nr. 27	Pa*s	160°C	0,43
					90°C după RTFOT	209,00
						135°C după RTFOT
160°C după RTFOT						0,73
cinematică	viscozimetru de tip BS/IP/RF	EN 12595	-	mm ² /s	135°C	1 599

Mai multe informații referitoare la determinarea viscozității biturilor enumerate în Tabelul 7.2 sunt prezentate la capitolul 13 „Viscozitatea biturilor”.

Depozitarea

Depozitarea de scurtă durată la temperatură ridicată (până la 10 zile)

- temperatura recomandată de depozitare a bitumului: $\leq 185^{\circ}\text{C}$

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură ridicată

Se recomandă evitarea depozitării bitumului la temperatură ridicată pe perioade lungi. În cazul necesității depozitării bitumului rutier 20/30 în rezervor la temperatură ridicată (până la 185°C) timp de peste 10 zile se recomandă efectuarea controlului gradului de îmbătrânire a liantului înainte de utilizarea bitumului pentru producția mixturii asfaltice. Trebuie analizate: penetrația la 25°C conform EN 1426 sau punctul de înmuiere conform EN 1427.

În cazul îmbătrânirii excesive a liantului trebuie demarată procedura de distrugere controlată a produsului (procedura CPF conformă cu EN 13108-21).

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură joasă

În cazul necesității depozitării bitumului rutier 20/30 pe o perioadă mult mai lungă de 10 zile se recomandă reducerea temperaturii bitumului și încălzirea înaintea reutilizării. În cazul unei perioade lungi planificate de depozitare fără producție a mixturii asfaltice este permisă depozitarea bitumului la temperatura mediului înconjurător. Condiția unei astfel de depozități este dotarea rezervorului de înmagazinare cu dispozitive de încălzire de putere corespunzătoare, care să garanteze o încălzire ulterioară a bitumului fără riscul de ardere locală a liantului în timpul încălzirii de lungă durată.

7.2.2. Bitum rutier 35/50

Destinație

Bitumurile rutiere 35/50 pot fi utilizate pentru betoane asfaltice (BA) în straturile de bază și de legătură. Nu trebuie utilizat bitumul 35/50 pentru straturile de uzură.

Proprietăți conform EN 12591:2009

Tabelul 7.3. Proprietățile bitumului rutier 35/50

Proprietate	Metodă de testare	Unitate	Cerință
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	35 – 50
Punct de înmuiere	EN 1427	$^{\circ}\text{C}$	50 – 58
Punct de rupere	EN 12593	$^{\circ}\text{C}$	≤ -5
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	$^{\circ}\text{C}$	≥ 240
Solubilitate	EN 12592	% (m/m)	$\geq 99,0$
Variația masei după îmbătrânirea RTFOT (valoare absolută)	EN 12607-1	% (m/m)	$\leq 0,5$
Penetrație reziduală după îmbătrânirea RTFOT	EN 12607-1 EN 1426	%	≥ 53
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânirea RTFOT	EN 12607-1 EN 1427	$^{\circ}\text{C}$	≤ 8
Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm^2/s	≥ 370
Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	$\text{Pa}\cdot\text{s}$	≥ 225

Proprietăți conform Superpave

Proprietățile bitumului 35/50 conform Superpave (pe baza analizelor efectuate între anii 2009-2012).

- clasificare conform AASHTO MP 1: **PG 70-16**
- temperaturi critice superioare (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (bitum proaspăt) $T_{crit} = 73,2^\circ\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT) $T_{crit} = 74,2^\circ\text{C}$
 - $G^*\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT și PAV) $T_{crit} = 23,1^\circ\text{C}$
- temperaturi critice inferioare (AASHTO PP 42; EN 14771):
 - temperatura la $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -15,4^\circ\text{C}$
 - temperatura la $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -11,5^\circ\text{C}$
 - rigiditatea la temperatura -16°C $S(T)_{-16} = 338,5$ MPa
- rezultate și clasificare conform metodei MSCR (explicații la capitolul 11)

Temperatura	64°C	70°C
Jnr 0,1 kPa	0,882	2,689
Jnr 3,2 kPa	1,004	3,104
Jnr diff	13,8	15,4
R 0,1 kPa	12,5	4,6
R 3,2 kPa	5,9	0,6
R diff	53	87
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră (la temperatura analizei) conform celei mai recente clasificări PG	Very Heavy	Standard

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe realizate în presă giratorie)	140 ÷ 145°C
În unitatea de producție:	
Temperatura de pompare a bitumului	>140°C
Temperatura bitumului pentru producția mixturii asfaltice	165 ÷ 175°C
Temperatura asfaltului turnat MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 8h)	<230°C
Temperatura asfaltului turnat MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 4h)	<240°C
Observație: în timpul producției asfaltului turnat MA se recomandă utilizarea aditivilor de reducere a temperaturii tehnologice (amestecarea cu agregatul și încorporarea), astfel încât producția asfaltului turnat să aibă loc la o temperatură de sub 200 °C	
Pe șantier	
Temperatura minimă a mixturii asfaltice livrate (în coșul finisorului)	150°C

Dependența viscozității de temperatură

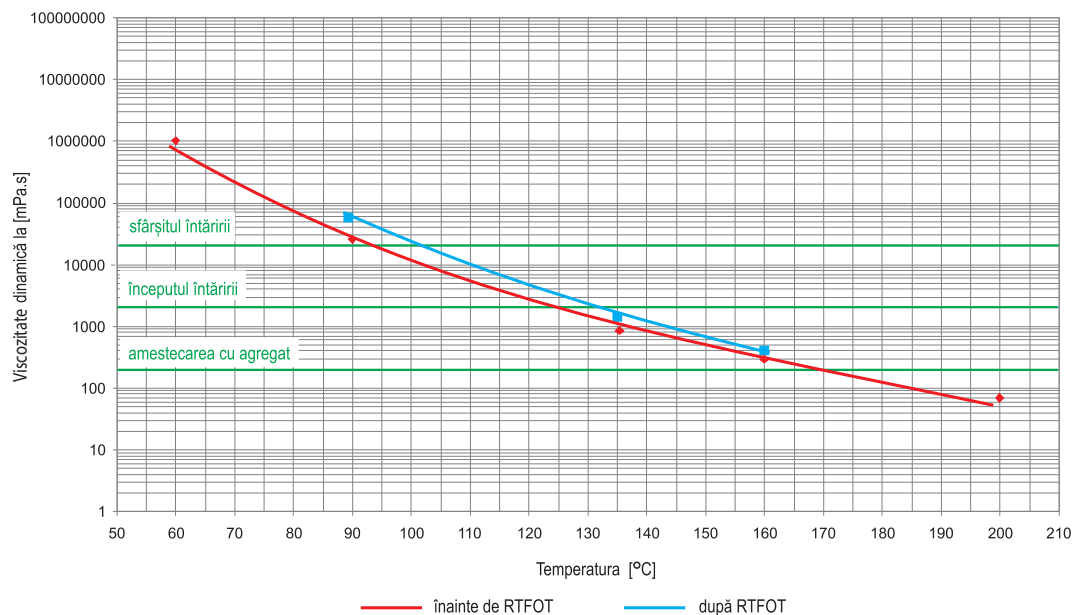


Figura 7.3. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul rutier 35/50.

Tabelul 7.4.

Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului 35/50 produs în anul 2012.

Tip de viscozitate	Metoda de testare	Document de referință	Parametri echipament	Unitate	Temperatura de testare	Exemplu rezultat al determinării viscozității
dinamică	capilară în vid	EN 12596	-	Pa*s	60°C	630
					90°C	23,91
	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13702-2	ax nr. 27	Pa*s	135°C	0,82
					160°C	0,25
					90°C după RTFOT	55,00
					135°C după RTFOT	1,42
160°C după RTFOT	0,38					
cinematică	viscozimetru de tip BS/IP/RF	EN 12595	-	mm ² /s	135°C	696

Mai multe informații referitoare la determinarea viscozității biturilor enumerate în Tabelul 7.4 sunt prezentate la capitolul 13 „Viscozitatea biturilor”.

Depozitarea

Depozitarea de scurtă durată la temperatură ridicată (până la 10 zile)

- temperatura recomandată de depozitare a bitumului: $\leq 185^{\circ}\text{C}$

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură ridicată

Se recomandă evitarea depozitării bitumului la temperatură ridicată pe perioade lungi. În cazul necesității depozitării bitumului rutier 35/50 în rezervor la temperatură ridicată (până la 185°C) timp de peste 10 zile se recomandă efectuarea controlului gradului de îmbătrânire a liantului înainte de utilizarea bitumului pentru producția mixturii asfaltice. Trebuie analizate: penetrația la 25°C conform EN 1426 sau punctul de înmuiere conform EN 1427.

În cazul îmbătrânirii excesive a liantului trebuie demarată procedura de distrugere controlată a produsului (procedura CPF conformă cu EN 13108-21).

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură joasă

În cazul necesității depozitării bitumului rutier 35/50 pe o perioadă mult mai lungă de 10 zile se recomandă reducerea temperaturii bitumului și încălzirea înaintea reutilizării. În cazul unei perioade lungi planificate de depozitare fără producție a mixturii asfaltice este permisă depozitarea bitumului la temperatura mediului înconjurător. Condiția unei astfel de depozități este dotarea rezervorului de înmagazinare cu dispozitive de încălzire de putere corespunzătoare, care să garanteze o încălzire ulterioară a bitumului fără riscul de ardere locală a liantului în timpul încălzirii de lungă durată.

7.2.3. Bitum rutier 50/70

Destinație

Bitumurile rutiere 50/70 pot fi utilizate mai ales pentru betoane asfaltice (BA) și SMA în straturile de uzură cu condiția îndeplinirii cerințelor de rezistență a mixturii la formarea de făgașe.

Proprietăți conform EN 12591:2009

Tabelul 7.5.

Proprietățile bitumului rutier 50/70

Proprietate	Metodă de testare	Unitate	Cerință
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	50 – 70
Punct de înmuiere	EN 1427	$^{\circ}\text{C}$	46 – 54
Punct de rupere	EN 12593	$^{\circ}\text{C}$	≤ -8
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	$^{\circ}\text{C}$	≥ 230
Solubilitate	EN 12592	% (m/m)	$\geq 99,0$
Variația masei după îmbătrânirea RTFOT (valoare absolută)	EN 12607-1	% (m/m)	$\leq 0,5$
Penetrație reziduală după îmbătrânirea RTFOT	EN 12607-1 EN 1426	%	≥ 50
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânirea RTFOT	EN 12607-1 EN 1427	$^{\circ}\text{C}$	≤ 9
Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm^2/s	≥ 295
Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	$\text{Pa}\cdot\text{s}$	≥ 145

Proprietăți conform Superpave

Proprietățile bitumului 50/70 conform Superpave (pe baza analizelor efectuate între anii 2009-2012).

- clasificare conform AASHTO MP 1: **PG 64-22**
- temperaturi critice superioare (AASHTO T 315):

$G^*/\sin\delta = 1$ kPa (bitum proaspăt)	$T_{crit} = 67,7^{\circ}\text{C}$
$G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT)	$T_{crit} = 67,8^{\circ}\text{C}$
$G^*\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT și PAV)	$T_{crit} = 20,5^{\circ}\text{C}$
- temperaturi critice inferioare (AASHTO PP 42; EN 14771):

temperatura la $S(60) \leq 300$ MPa	$T(S)_{60} = -16,6^{\circ}\text{C}$
temperatura la $m(60) \geq 0,3$	$T(m)_{60} = -15,0^{\circ}\text{C}$
rigiditatea la temperatura -16°C	$S(T)_{-16} = 294$ MPa
- rezultate și clasificare conform metodei MSCR (explicații la capitolul 11)

Temperatura	58°C	64°C
Jnr 0,1 kPa	0,730	2,280
Jnr 3,2 kPa	0,810	2,588
Jnr diff	11,0	13,5
R 0,1 kPa	11,5	4,5
R 3,2 kPa	4,0	0,5
R diff	66	89
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră (la temperatura analizei) conform celei mai recente clasificări PG		Standard

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe realizate în presă giratorie)	135 ÷ 140°C
În unitatea de producție:	
Temperatura de pompare a bitumului	>130°C
Temperatura bitumului pentru producția mixturii asfaltice	155 ÷ 165°C
Pe șantier	
Temperatura minimă a mixturii asfaltice livrate (în coșul finisorului)	145°C

Dependența viscozității de temperatură

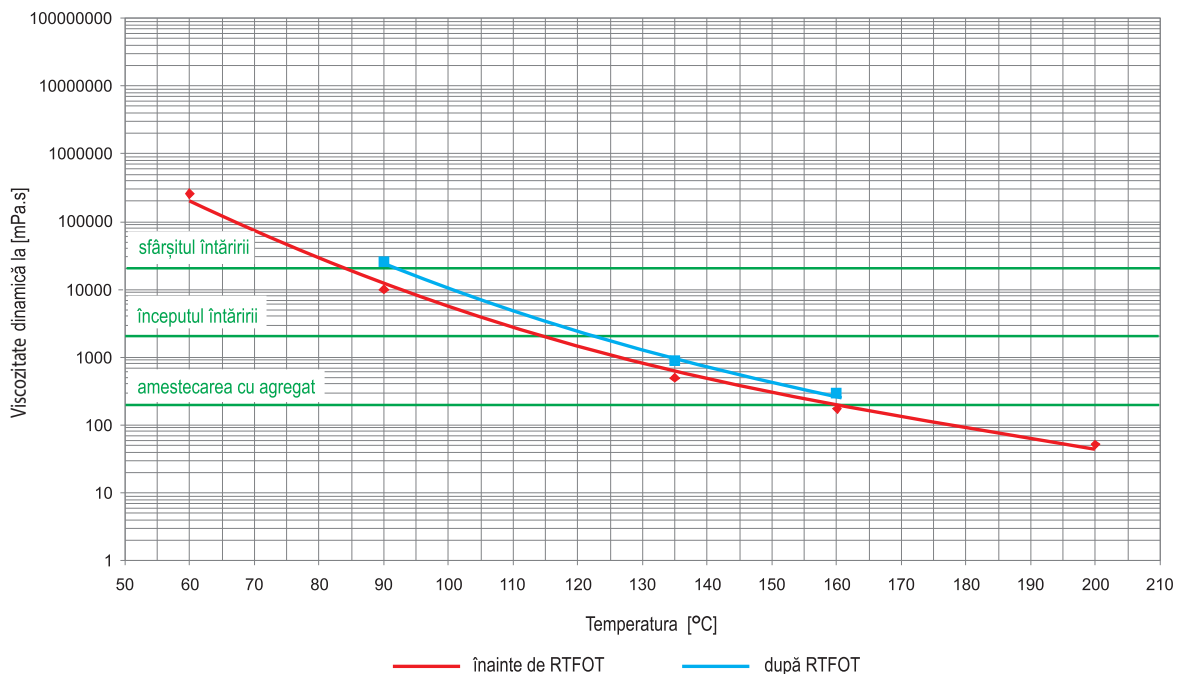


Figura 7.4. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul rutier 50/70.

Tabelul 7.6.

Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului 50/70 produs în anul 2012.

Tip de viscozitate	Metoda de testare	Document de referință	Parametri echipament	Unitate	Temperatura de testare	Exemplu rezultat al determinării viscozității	
dinamică	capilară în vid	EN 12596	-	Pa*s	60°C	288	
	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13702-2	ax nr. 21	Pa*s	90°C	9,50	
					135°C	0,46	
			ax nr. 27		Pa*s	160°C	0,17
						90°C după RTFOT	22,59
	cinematică	viscozimetru de tip BS/IP/RF	EN 12595	-	mm ² /s	135°C după RTFOT	0,81
160°C după RTFOT						0,24	

Mai multe informații referitoare la determinarea viscozității biturilor enumerate în Tabelul 7.6 sunt prezentate la capitolul 13 „Viscozitatea biturilor”.

Depozitarea

Depozitarea de scurtă durată la temperatură ridicată (până la 10 zile)

- temperatura recomandată de depozitare a bitumului: $\leq 185^{\circ}\text{C}$

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură ridicată

Se recomandă evitarea depozitării bitumului la temperatură ridicată pe perioade lungi. În cazul necesității depozitării bitumului rutier 50/70 în rezervor la temperatură ridicată (până la 185°C) timp de peste 10 zile se recomandă efectuarea controlului gradului de îmbătrânire a liantului înainte de utilizarea bitumului pentru producția mixturii asfaltice. Trebuie analizate: penetrația la 25°C conform EN 1426 sau punctul de înmuiere conform EN 1427.

În cazul îmbătrânirii excesive a liantului trebuie demarată procedura de distrugere controlată a produsului (procedura CPF conformă cu EN 13108-21).

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură joasă

În cazul necesității depozitării bitumului rutier 50/70 pe o perioadă mult mai lungă de 10 zile se recomandă reducerea temperaturii bitumului și încălzirea înaintea reutilizării. În cazul unei perioade lungi planificate de depozitare fără producție a mixturii asfaltice este permisă depozitarea bitumului la temperatura mediului înconjurător. Condiția unei astfel de depozitări este dotarea rezervorului de înmagazinare cu dispozitive de încălzire de putere corespunzătoare, care să garanteze o încălzire ulterioară a bitumului fără riscul de ardere locală a liantului în timpul încălzirii de lungă durată.

7.2.4. Bitum rutier 70/100

Destinație

Bitumurile rutiere 70/100 pot fi utilizate mai ales pentru betoane asfaltice și SMA în straturile de uzură cu condiția îndeplinirii cerințelor de rezistență a mixturii la formarea de făgașe.

Proprietăți conform EN 12591:2009

Tabelul 7.7. Proprietățile bitumului rutier 70/100

Proprietate	Metodă de testare	Unitate	Cerință
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	70 – 100
Punct de înmuiere	EN 1427	$^{\circ}\text{C}$	43 – 51
Punct de rupere	EN 12593	$^{\circ}\text{C}$	≤ -10
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	$^{\circ}\text{C}$	≥ 230
Solubilitate	EN 12592	% (m/m)	$\geq 99,0$
Variația masei după îmbătrânirea RTFOT (valoare absolută)	EN 12607-1	% (m/m)	$\leq 0,8$
Penetrație reziduală după îmbătrânirea RTFOT	EN 12607-1 EN 1426	%	≥ 46
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânirea RTFOT	EN 12607-1 EN 1427	$^{\circ}\text{C}$	≤ 9
Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm^2/s	≥ 230
Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	$\text{Pa}\cdot\text{s}$	≥ 90

Proprietăți conform Superpave

Proprietățile bitumului 70/100 conform Superpave (pe baza analizelor efectuate între anii 2009-2012).

- clasificare conform AASHTO MP 1: **PG 58-22**
- temperaturi critice superioare (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (bitum proaspăt) $T_{crit} = 63,4^\circ\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT) $T_{crit} = 63,6^\circ\text{C}$
 - $G^*\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT și PAV) $T_{crit} = 19,1^\circ\text{C}$
- temperaturi critice inferioare (AASHTO PP 42; EN 14771):
 - temperatura la $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -16,9^\circ\text{C}$
 - temperatura la $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -16,2^\circ\text{C}$
 - rigiditatea la temperatura -16°C $S(T)_{-16} = 285$ MPa
- rezultate și clasificare conform metodei MSCR (explicații la capitolul 11)

Temperatura	58°C	64°C
Jnr 0,1 kPa	1,965	4,070
Jnr 3,2 kPa	2,273	4,560
Jnr diff	15,7	12,0
R 0,1 kPa	2,7	1,7
R 3,2 kPa	0,5	0,0
R diff	81	100
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră (la temperatura analizei) conform celei mai recente clasificări PG	-	-

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe realizate în presă giratorie)	130-135°C
În unitatea de producție:	
Temperatura de pompare a bitumului	>130°C
Temperatura bitumului pentru producția mixturii asfaltice	150÷160°C
Pe șantier	
Temperatura minimă a mixturii asfaltice livrate (în coșul finisorului)	140°C

Dependența viscozității de temperatură

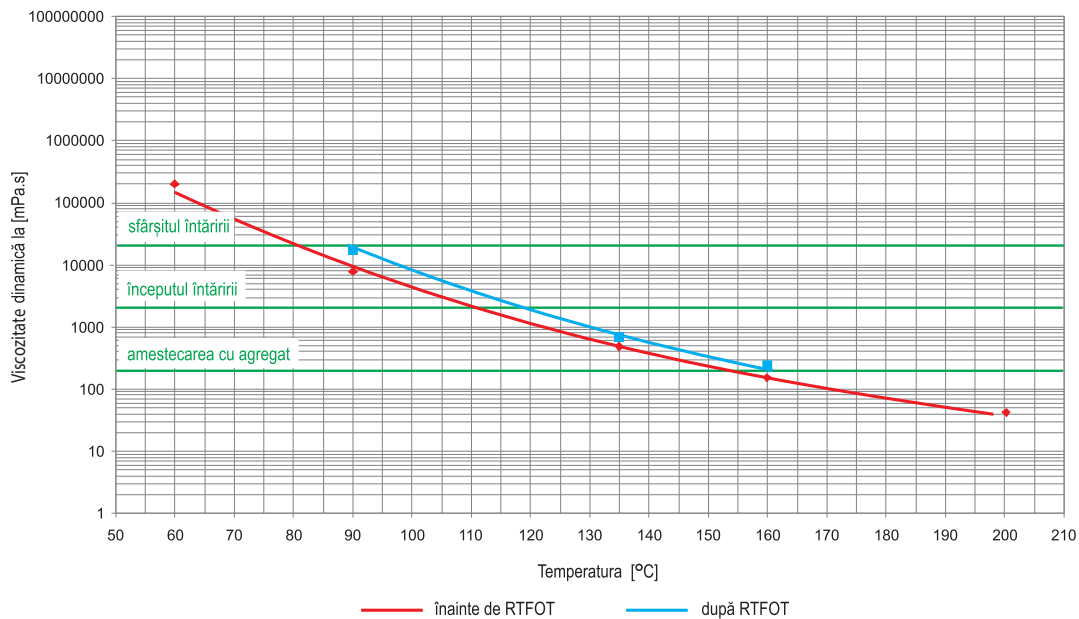


Figura 7.5. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul rutier 70/100.

Tabelul 7.8.

Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului 70/100 produs în anul 2012.

Tip de viscozitate	Metoda de testare	Document de referință	Parametri echipament	Unitate	Temperatura de testare	Exemplu rezultat al determinării viscozității
dinamică	capilară în vid	EN 12596	-	Pa*s	60°C	165
					90°C	7,47
	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13702-2	ax nr. 21	Pa*s	135°C	0,41
					160°C	0,15
					90°C după RTFOT	17,53
					135°C după RTFOT	0,64
160°C după RTFOT	0,21					
cinematică	viscozimetru de tip BS/IP/RF	EN 12595	-	mm ² /s	135°C	385

Mai multe informații referitoare la determinarea viscozității biturilor enumerate în Tabelul 7.8 sunt prezentate la capitolul 13 „Viscozitatea biturilor”.

Depozitarea

Depozitarea de scurtă durată la temperatură ridicată (până la 10 zile)

- temperatura recomandată de depozitare a bitumului: $\leq 180^{\circ}\text{C}$

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură ridicată

Se recomandă evitarea depozitării bitumului la temperatură ridicată pe perioade lungi. În cazul necesității depozitării bitumului rutier 70/100 în rezervor la temperatură ridicată (până la 185°C) timp de peste 10 zile se recomandă efectuarea controlului gradului de îmbătrânire a liantului înainte de utilizarea bitumului pentru producția mixturii asfaltice. Trebuie analizate: penetrația la 25°C conform EN 1426 sau punctul de înmuiere conform EN 1427.

În cazul îmbătrânirii excesive a liantului trebuie demarată procedura de distrugere controlată a produsului (procedura CPF conformă cu EN 13108-21).

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură joasă

În cazul necesității depozitării bitumului rutier 70/100 pe o perioadă mult mai lungă de 10 zile se recomandă reducerea temperaturii bitumului și încălzirea înaintea reutilizării. În cazul unei perioade lungi planificate de depozitare fără producție a mixturii asfaltice este permisă depozitarea bitumului la temperatura mediului înconjurător. Condiția unei astfel de depozități este dotarea rezervorului de înmagazinare cu dispozitive de încălzire de putere corespunzătoare, care să garanteze o încălzire ulterioară a bitumului fără riscul de ardere locală a liantului în timpul încălzirii de lungă durată.

7.2.5. Bitum rutier 100/150

Destinație

Bitumurile rutiere 100/150 sunt lianți destinați producției de emulsii bituminoase cu destinație diversă.

Proprietăți conform EN 12591:2009

Tabelul 7.9.

Proprietățile bitumului rutier 100/150

Proprietate	Metodă de testare	Unitate	Cerință
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	100 – 150
Punct de înmuiere	EN 1427	$^{\circ}\text{C}$	39 – 47
Punct de rupere	EN 12593	$^{\circ}\text{C}$	≤ -12
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	$^{\circ}\text{C}$	≥ 230
Solubilitate	EN 12592	% (m/m)	$\geq 99,0$
Variația masei după îmbătrânirea RTFOT (valoare absolută)	EN 12607-1	% (m/m)	$\leq 0,8$
Penetrație reziduală după îmbătrânirea RTFOT	EN 12607-1 EN 1426	%	≥ 43
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânirea RTFOT	EN 12607-1 EN 1427	$^{\circ}\text{C}$	≤ 10
Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm^2/s	≥ 175
Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	$\text{Pa}\cdot\text{s}$	≥ 55

Dependența viscozității de temperatură

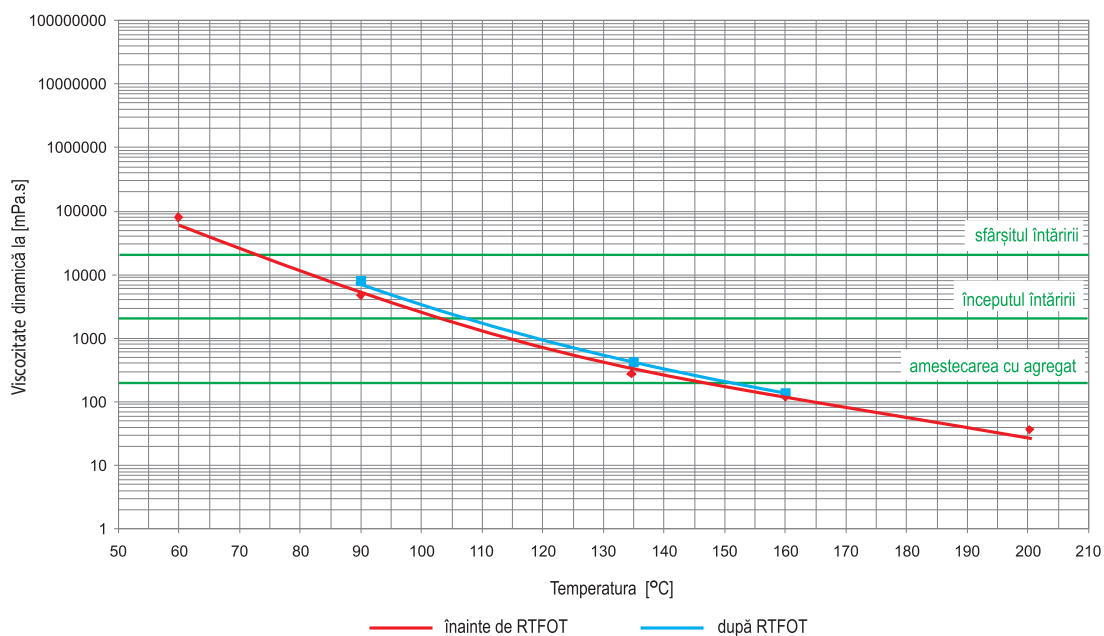


Figura 7.6. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul rutier 100/150.

Tabelul 7.10.

Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului 100/150 produs în anul 2012.

Tip de viscozitate	Metoda de testare	Document de referință	Parametri echipament	Unitate	Temperatura de testare	Exemplu rezultat al determinării viscozității
dinamică	capilară în vid	EN 12596	-	Pa*s	60°C	84,8
					90°C	4,03
					135°C	0,26
	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13702-2	ax nr. 18, 21	Pa*s	160°C	0,11
					90°C după RTFOT	6,90
					135°C după RTFOT	0,37
					160°C după RTFOT	0,13
cinematică	viscozimetru de tip BS/IP/RF	EN 12595	-	mm ² /s	135°C	292

Mai multe informații referitoare la determinarea viscozității biturilor enumerate în Tabelul 7.10 sunt prezentate la capitolul 13 „Viscozitatea biturilor”.

Depozitarea

Depozitarea de scurtă durată la temperatură ridicată (până la 10 zile)

- temperatura recomandată de depozitare a bitumului: $\leq 180^{\circ}\text{C}$

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură ridicată

Se recomandă evitarea depozitării bitumului la temperatură ridicată pe perioade lungi. În cazul necesității depozitării bitumului rutier 100/150 în rezervor la temperatură ridicată (până la 185°C) timp de peste 10 zile se recomandă efectuarea controlului gradului de îmbătrânire a liantului înainte de utilizarea bitumului pentru producția mixturii asfaltice. Trebuie analizate: penetrația la 25°C conform EN 1426 sau punctul de înmuiere conform EN 1427.

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură joasă

În cazul necesității depozitării bitumului rutier 100/150 pe o perioadă mult mai lungă de 10 zile se recomandă reducerea temperaturii bitumului și încălzirea înaintea reutilizării. În cazul unei perioade lungi planificate de depozitare fără producție a mixturii asfaltice este permisă depozitarea bitumului la temperatura mediului înconjurător. Condiția unei astfel de depozități este dotarea rezervorului de înmagazinare cu dispozitive de încălzire de putere corespunzătoare, care să garanteze o încălzire ulterioară a bitumului fără riscul de ardere locală a liantului în timpul încălzirii de lungă durată.

7.2.6. Bitum rutier 160/220

Bitumurile rutiere 160/220 sunt lianți destinați producției de emulsii bituminoase cu destinație diversă.

Proprietăți conform EN 12591:2009

Tabelul 7.11.

Proprietățile bitumului rutier 160/220

Proprietate	Metodă de testare	Unitate	Cerință
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	160 – 220
Punct de înmuiere	EN 1427	$^{\circ}\text{C}$	35 – 43
Punct de rupere	EN 12593	$^{\circ}\text{C}$	≤ -15
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	$^{\circ}\text{C}$	≥ 220
Solubilitate	EN 12592	% (m/m)	$\geq 99,0$
Variația masei după îmbătrânirea RTFOT (valoare absolută)	EN 12607-1	% (m/m)	$\leq 1,0$
Penetrație reziduală după îmbătrânirea RTFOT	EN 12607-1 EN 1426	%	≥ 37
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânirea RTFOT	EN 12607-1 EN 1427	$^{\circ}\text{C}$	≤ 11
Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm^2/s	≥ 135
Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	$\text{Pa}\cdot\text{s}$	≥ 30

Dependența viscozității de temperatură

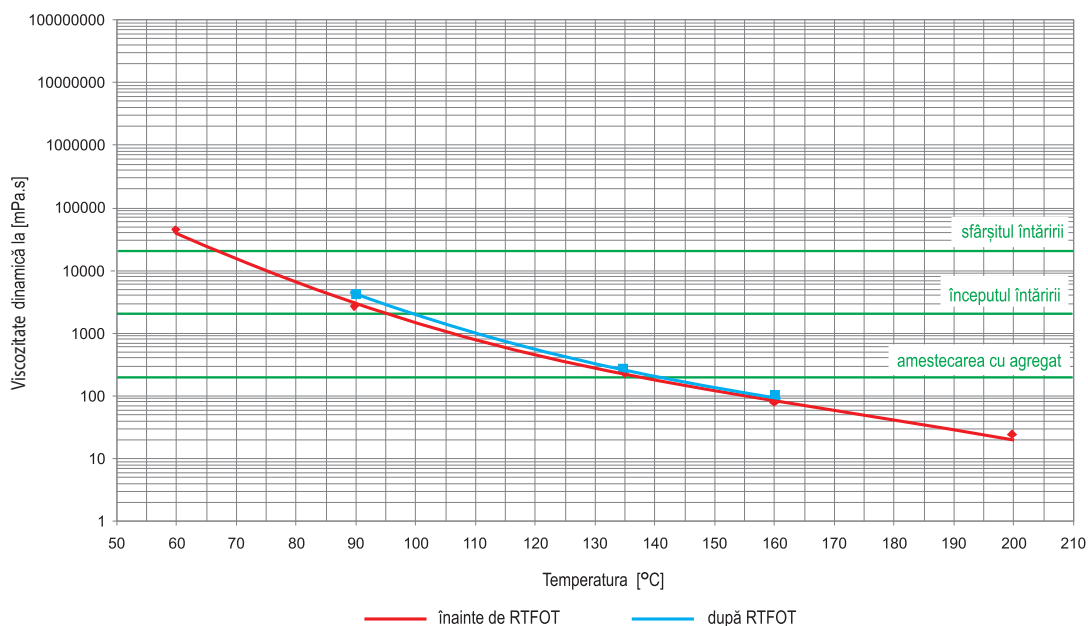


Figura 7.7. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul rutier 160/220.

Tabelul 7.12.

Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului 160/220 produs în anul 2012.

Tip de viscozitate	Metoda de testare	Document de referință	Parametri echipament	Unitate	Temperatura de testare	Exemplu rezultat al determinării viscozității
dinamică	capilară în vid	EN 12596	-	Pa*s	60°C	53,6
					90°C	2,66
	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13702-2	ax nr. 21	Pa*s	135°C	0,20
					160°C	0,08
					90°C după RTFOT	4,35
					135°C după RTFOT	0,27
160°C după RTFOT	0,11					
cinematică	viscozimetru de tip BS/IP/RF	EN 12595	-	mm ² /s	135°C	214

Mai multe informații referitoare la determinarea viscozității biturilor enumerate în Tabelul 7.12 sunt prezentate la capitolul 13 „Viscozitatea biturilor”.

Depozitarea

Depozitarea de scurtă durată la temperatură ridicată (până la 10 zile)

- temperatura recomandată de depozitare a bitumului: $\leq 180^{\circ}\text{C}$

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură ridicată

Se recomandă evitarea depozitării bitumului la temperatură ridicată pe perioade lungi. În cazul necesității depozitării bitumului rutier 160/220 în rezervor la temperatură ridicată (până la 185°C) timp de peste 10 zile se recomandă efectuarea controlului gradului de îmbătrânire a liantului înainte de utilizarea bitumului pentru producția mixturii asfaltice. Trebuie analizate: penetrația la 25°C conform EN 1426 sau punctul de înmuiere conform EN 1427.

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură joasă

În cazul necesității depozitării bitumului rutier 160/220 pe o perioadă mult mai lungă de 10 zile se recomandă reducerea temperaturii bitumului și încălzirea înaintea reutilizării. În cazul unei perioade lungi planificate de depozitare fără producție a mixturii asfaltice este permisă depozitarea bitumului la temperatura mediului înconjurător. Condiția unei astfel de depozități este dotarea rezervorului de înmagazinare cu dispozitive de încălzire de putere corespunzătoare, care să garanteze o încălzire ulterioară a bitumului fără riscul de ardere locală a liantului în timpul încălzirii de lungă durată.

8 BITUMURI MODIFICATE CU POLIMERI ORBITON CONFORM EN 14023:2010

8.1. Descriere generală

Începând cu anul 2009 ORLEN Asphalt produce bitumuri modificate ORBITON conform Standardului European EN 14023, iar în momentul elaborării acestui ghid conform ultimei versiuni a acestei norme: EN 14023:2010 (Bitum și lianți bituminoși. Cadru pentru specificațiile biturilor modificate cu polimeri).

Bitumurile modificate cu polimeri sunt o grupă de lianți rutieri elaborată special în scopul combaterii celor mai frecvente probleme rutiere – deformațiile apărute pe drumurile ce susțin trafic greu și foarte greu, fisurile apărute la temperaturi joase în perioada de iarnă și în scopul creșterii rezistenței la uzură a îmbrăcăminții rutiere.

În acest ghid sunt descrise bitumurile polimerice ORBITON produse în baza standardului EN 14023:2010 și specificate în anexele naționale în Norma Polonă PN-EN 14023:2011 și Standardul Românesc SR EN 14023:2010. Tipurile de bitum și informația conform cărui document sunt produse, este prezentată în tabelul 8.1. Pentru o analiză mai ușoară a acestor bitumuri, produsele conform specificației poloneze au fost marcate cu sufixul PL, iar cele produse conform specificației române cu sufixul RO.

Tabelul 8.1.

Tipurile de bitumuri polimerice descrise în ghid împreună cu informația conform cărui document de referință sunt fabricate.

Tipul de bitum modificat ORBITON	Document de referință	Observații
PMB 10/40-65 PL PMB 10/40-65 RO	PN-EN 14023:2011 SR EN 14023:2010	diferențele între cerințele poloneze și cele românești sunt minore
PMB 25/55-60 PL	PN-EN 14023:2011	–
PMB 25/55-65 RO	SR-EN 14023:2010	–
PMB 45/80-55 PL	PN-EN 14023:2011	–
PMB 45/80-65 PL PMB 45/80-65 RO	PN-EN 14023:2011 SR EN 14023:2010	diferențele între cerințele poloneze și cele românești sunt minore
PMB 65/105-60 PL PMB 65/105-55 RO	PN-EN 14023:2011 SR EN 14023:2010	diferențele între cerințele poloneze și cele românești sunt minore

Îmbrăcămințile bituminoase, în care a fost folosit bitum modificat, sunt mai rezistente comparativ cu suprafețele cu bitum rutier obișnuit. Principalele diferențe între bitumurile rutiere și bitumurile modificate pentru cei doi parametri de bază ai liantului (penetrația și temperatura de înmuiere) sunt prezentate în mod grafic în figura 8.1.

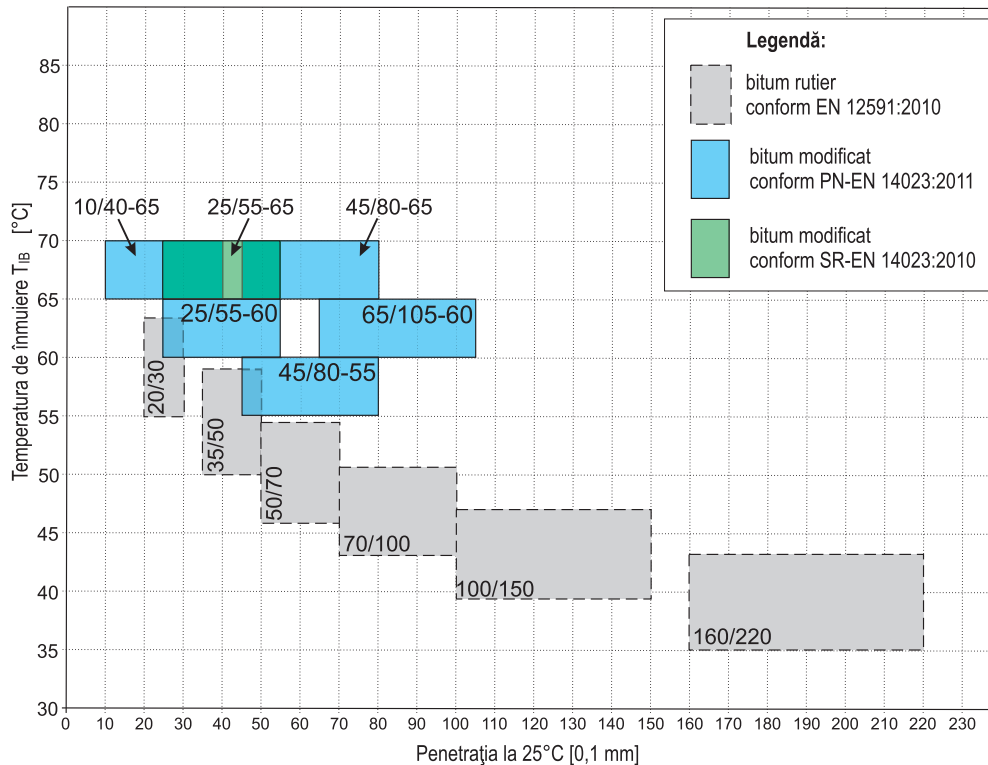


Figura 8.1. Comparația grafică a biturilor rutiere și a biturilor modificate descrise în acest ghid referitor la penetrația la 25°C și la temperatura de înmuiere T_B

8.2. Destinație

Biturile modificate ORBITON PMB 10/40-65, 25/55-60, 25/55-65, 45/80-55, 45/80-65, 65/105-60 reprezintă o grupă de lianți moderni destinați pentru utilizare la straturile bituminoase care susțin trafic greu și foarte greu. Mixturile asfaltice proiectate corect cu utilizarea acestor bitumuri prezintă proprietăți termoplastice superioare față de corespondenții lor cu duritate similară (bitumuri rutiere și multigrad).

Gama de utilizări a biturilor modificate este foarte largă, atât în raport cu tipul mixturii asfaltice, cât și cu categoria de trafic. Practic singura limitare a utilizării biturilor modificate este rentabilitatea economică.

8.3. Proprietăți

În continuarea capitolului sunt prezentate toate proprietățile biturilor modificate conform EN 14023 împreună cu informațiile obținute conform metodei americane "PG system (SHRP)". În plus, au fost incluse informații referitoare la temperaturile tehnologice orientative de utilizare a biturilor în mixturile mineral-asfaltice și date privind viscozitatea și dependența viscozității de temperatură.

O clasificare adițională conform rezultatelor analizei MSCR (ASTM D 7405-10a) a fost inclusă la capitolul 11.

8.3.1. ORBITON PMB 10/40-65 (PL-RO)

Destinație

Bitumul modificat ORBITON PMB 10/40-65 (PL-RO) este cel mai dur bitum modificat dintre cele produse în prezent de firma ORLEN Asphalt. Având în vedere punctul de înmuiere extrem de ridicat, este destinat pentru straturile cu rigiditate mare – stratul de bază bituminos și straturile de legătură din mixtura AC WMS¹. Poate fi, de asemenea, utilizat în mixturile de beton asphaltic BA AC standard. Rezultatele testelor de rezistență la orneraj a mixturilor cu acest bitum indică faptul că acesta este indicat pentru straturile care suportă trafic greu și lent, precum parcări, benzi pentru vehicule lente, zone de intersecții. Nu se recomandă utilizarea acestui bitum în straturile de uzură.

Proprietăți conform SR EN 14023:2010 și PN-EN 14023:2011

Tabelul 8.2.

Proprietățile bitumului modificat ORBITON PMB 10/40-65 (PL-RO) conform anexelor naționale românești și poloneze la norma europeană EN 14023.

Proprietate	Metoda de testare	Unitate	Limite PL PN-EN 14023:2011	Limite RO SR EN 14023:2010
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	10÷40	10÷40
Punct de înmuiere	EN 1427	°C	≥65	≥65
Revenire elastică la 25°C	EN 13398	%	≥50	≥60
Punct de rupere conform Fraass °C	EN 12593	°C	≤-5	≤-5
Punct de inflamabilitate °C	EN ISO 2592	°C	≥235	≥250
Rezistența la tracțiune (viteză redusă de tracțiune)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	≥2 la 10°C	TBR ^a
Modificarea masei după îmbătrânire	EN 12607-1	%	≤0,5	≤0,3
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 1427	°C	≤8	≤8
Penetrație reziduală după îmbătrânire	EN 1426	%	≥60	≥60
Revenire elastică la 25°C după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 13398	%	≥50	≥50
Stabilitate la depozitare: Diferența punctului de înmuiere	EN 13399, EN 1427	°C	≤5	≤5
Stabilitatea la depozitare: Diferența de penetrație la 25 °C	EN 13399, EN 1427	0,1 mm	NPD ^{b)}	≤9
Intervalul de plasticitate	EN 14023 Subpunctul 5.2.8.4	°C	TBR ^{a)}	NPD ^{b)}
Scăderea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 1427	°C	TBR ^{a)}	NPD ^{b)}

^a TBR (eng.: To Be Reported) = De raportat
^b NPD (eng.: No Performance Determined) = fără cerință, nicio performanță determinată

1) AC WMS reprezintă marcajul polonez al betonului asphaltic cu modul ridicat de rigiditate. Alte denumiri ale acestei mixturi: EME (Enrobé à Module Elevé în Franța) sau HMB (High Modulus Base în USA și UK).

Proprietăți conform PG System (SHRP)

Proprietățile bitumului ORBITON PMB 10/40-65 (PL-RO) conform PG system (pe baza analizelor efectuate în anii 2009-2012).

- clasificare conform AASHTO MP 1: **PG 82-16**
- temperaturi critice superioare (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (bitum proaspăt) $T_{crit} = 88,5^\circ\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT) $T_{crit} = 83,8^\circ\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT și PAV) $T_{crit} = 19,5^\circ\text{C}$
- temperaturi critice inferioare (AASHTO PP 42; EN 14771):
 - temperatura la $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -17,2^\circ\text{C}$
 - temperatura la $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -8,6^\circ\text{C}$
 - rigiditatea la temperatura -16°C $S(T)_{-16} = 271,5$ MPa
- rezultate și clasificare conform metodei MSCR (explicații la capitolul 11)

Temperatura	64°C
Jnr 0,1 kPa	0,106
Jnr 3,2 kPa	0,140
Jnr diff	31,9
R 0,1 kPa	68,6
R 3,2 kPa	62,5
R diff	9
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră (la temperatura analizei) conform celei mai recente clasificări PG	Extreme

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe realizate în presă giratorie)	150÷155°C
În unitatea de producție:	
Temperatura de pompare a bitumului	>150°C
Temperatura bitumului pentru producția mixturii asfaltice	180÷190°C
Temperatura bitumului turnat MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 8h)	<230°C
Temperatura bitumului turnat MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 4h)	<240°C
Observație: în timpul producției bitumului turnat MA se recomandă utilizarea aditivilor de reducere a temperaturii tehnologice (amestecarea cu agregatul și încorporarea), astfel încât producția bitumului turnat să aibă loc la o temperatură de sub 200°C.	
Pe șantier	
Temperatura minimă a mixturii asfaltice livrate (în coșul finisorului)	160°C

Dependența viscozității de temperatură

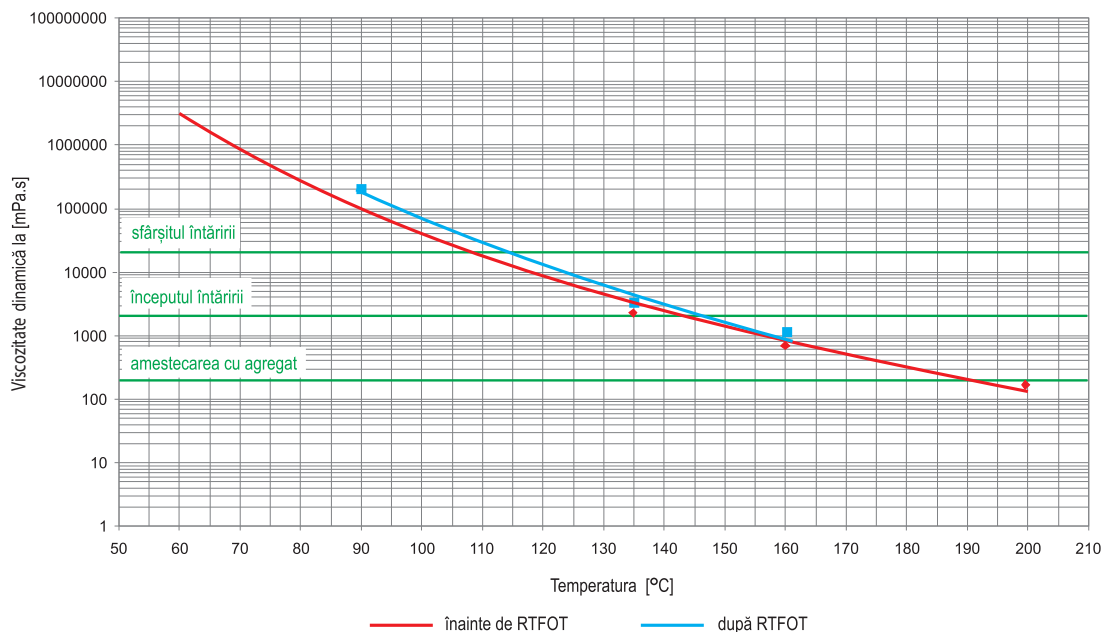


Figura 8.2. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul modificat ORBITON PMB 10/40-65 (PL-RO).

Tabelul 8.3.

Exemple de rezultate ale analizelor viscozității bitumului modificat ORBITON PMB 10/40-65 (PL-RO) produs în anul 2012.

Tip de viscozitate	Metoda de testare	Document de referință	Parametri echipament	Unitate	Temperatura de testare	Exemplu rezultat al determinării viscozității
dinamică	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13702-2	ax nr. 21	Pa*s	90°C	130,00
					135°C	2,52
					160°C	0,68
			ax nr. 27	Pa*s	90°C după RTFOT	202,00
					135°C după RTFOT	3,76
					160°C după RTFOT	0,98

Mai multe informații referitoare la analizele viscozității biturilor detaliate în Tabelul 2 sunt prezentate la capitolul 13 „Viscozitatea biturilor”.

Proprietățile structurii polimerului

- codul dispersiei polimerului conform EN 13632: B/H/S/r sau B/H/S/o

Depozitarea

Depozitarea de scurtă durată la temperatură ridicată (până la 7 zile)

- temperatura recomandată de depozitare a bitumului: 160 ÷ 180°C
- termenul garantat de valabilitate a bitumului pentru producția mixturii asfaltice: 7 zile

După expirarea perioadei de 5 zile se recomandă efectuarea principalelor analize de control al proprietăților bitumului modificat în scopul asigurării că produsul nu și-a pierdut proprietățile în urma posibilității pierderii stabilității sistemului bitum-polimer, adică a desegregării componentelor. Analizele trebuie efectuate după 5 zile de depozitare și la fiecare 2 zile după aceea (ziua a 7-a, ziua a 9-a etc.) sau la alte intervale de timp în funcție de necesitate:

- penetrație la 25°C conform EN 1426
- temperatura de înmuiere conform EN 1427
- revenirea elastică la 25°C conform EN 13398

Dacă unitatea de producție este dotată cu rezervoare cu agitatoare bitumul trebuie amestecat periodic în rezervor. În acest scop se poate folosi de asemenea circulara.

Depozitarea de lungă durată (peste 7 zile) la temperatură ridicată

Nu se recomandă depozitarea bitumului modificat pe o perioadă mai lungă de 7 zile. În cazul apariției unei astfel de necesități se recomandă analiza periodică a proprietăților liantului, de exemplu la fiecare 2 zile (aria analizelor a fost menționată anterior). Este de dorit de asemenea amestecarea bitumului în rezervor cel puțin 6 ore în decurs de 24 de ore. Temperatura recomandată de depozitare 150 ÷ 160°C.

Depozitarea de lungă durată (peste 7 zile) la temperatură redusă

Datorită rigidității ridicate nu se recomandă păstrarea acestui liant răcit la temperatura mediului înconjurător (de exemplu pe perioada iernii) datorită dificultăților de fluidizare a acestuia.

8.3.2. ORBITON PMB 25/55-60 (PL)

Destinație

Bitumul modificat ORBITON PMB 25/55-60 (PL) este unul dintre cele mai utilizate tipuri de bitumuri modificate. Este utilizat pentru straturile de bază bituminoase și straturile de legătură din beton asfaltic AC (BA) și beton asfaltic cu modul ridicat de rigiditate AC WMS. Poate fi, de asemenea, utilizat pentru straturile de uzură pe segmentele ce suportă trafic greu și în mixturile asfaltice turnate MA.

Proprietăți conform PN-EN 14023:2011

Tabelul 8.4.

Proprietățile bitumului modificat ORBITON PMB 25/55-60 (PL) conform anexei naționale polone la norma PN-EN 14023:2011.

Proprietate	Metoda de testare	Unitate	Cerință
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	25÷55
Punct de înmuiere	EN 1427	°C	≥60
Revenire elastică la 25°C	EN 13398	%	≥50
Punct de rupere conform Fraass °C	EN 12593	°C	≤-10
Punct de inflamabilitate °C	EN ISO 2592	°C	≥235
Rezistența la tracțiune (viteză redusă de tracțiune)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	≥2 la 10°C
Modificarea masei după îmbătrânire	EN 12607-1	%	≤0,5
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire, °C	EN 1427	°C	≤8
Penetrație reziduală după îmbătrânire, %	EN 1426	%	≥60
Revenire elastică la 25°C după îmbătrânire, %	EN 12607-1 EN 13398	%	≥50
Stabilitate la stocare: Diferența punctelor de înmuiere, °C	EN 13399, EN 1427	°C	≤5
Interval de plasticitate, °C ^a	EN 14023 Subpunctul 5.2.8.4	°C	TBR ^a
Scăderea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 1427	°C	TBR ^a

^a TBR (eng.: To Be Reported) = De raportat

Proprietăți conform PG System (SHRP)

Proprietățile bitumului ORBITON PMB 25/55-60 (PL) conform PG system (pe baza analizelor efectuate în anii 2009-2012).

- clasificare conform AASHTO MP 1: **PG 76-22**
- temperaturi critice superioare (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (bitum proaspăt) $T_{crit} = 83,1^\circ\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT) $T_{crit} = 80,5^\circ\text{C}$
 - $G^*\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT și PAV) $T_{crit} = 22,0^\circ\text{C}$

- temperaturi critice inferioare (AASHTO PP 42; EN 14771):

- temperatura la $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -16,9^\circ\text{C}$
- temperatura la $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -13,8^\circ\text{C}$
- rigiditatea la temperatura -16°C $S(T)_{-16} = 278$ MPa

- rezultate și clasificare conform metodei MSCR (explicații la capitolul 11)

Temperatura	58°C	64°C	70°C
Jnr 0,1 kPa	0,070	0,180	0,360
Jnr 3,2 kPa	0,070	0,208	0,440
Jnr diff	0	15,5	22,2
R 0,1 kPa	68,3	63,8	58,2
R 3,2 kPa	68,3	59,8	51,1
R diff	0	6	12
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră (la temperatura analizei) conform celei mai recente clasificări PG	Extreme	Extreme	Extreme

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe realizate în presă giratorie)	145 ÷ 150°C
În unitatea de producție:	
Temperatura de pompare a bitumului	> 150°C
Temperatura bitumului pentru producția mixturii asfaltice	175 ÷ 185°C
Temperatura bitumului turnat MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 8h)	< 230°C
Temperatura bitumului turnat MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 4h)	< 240°C
Observație: în timpul producției bitumului turnat MA se recomandă utilizarea aditivilor de reducere a temperaturii tehnologice (amestecarea cu agregatul și încorporarea), astfel încât producția bitumului turnat să aibă loc la o temperatură de sub 200°C.	
Pe șantier	
Temperatura minimă a mixturii asfaltice livrate (în coșul finisorului)	155°C

Dependența viscozității de temperatură

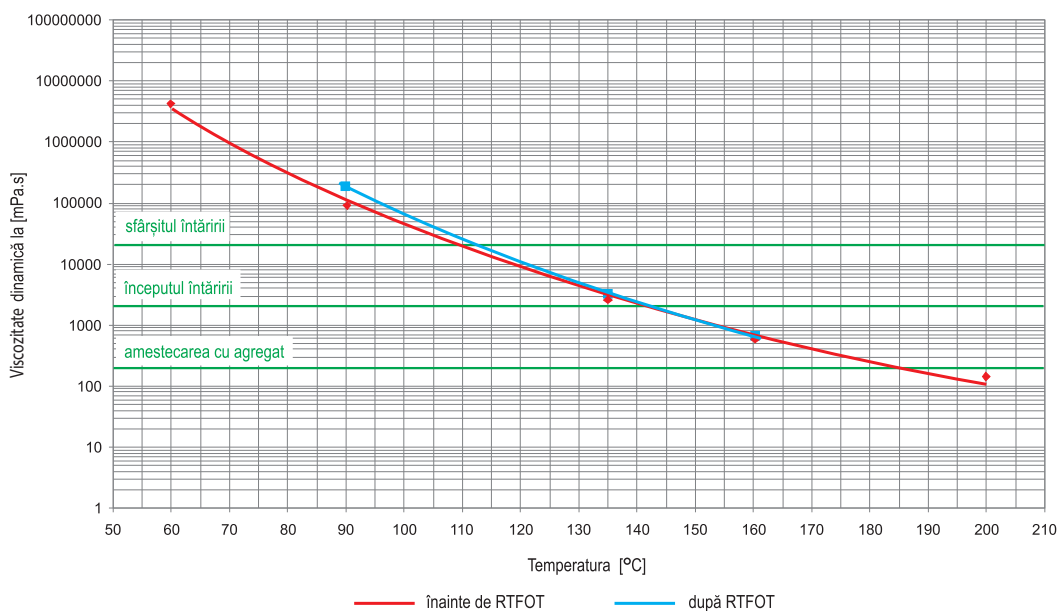


Figura 8.3. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul modificat ORBITON PMB 25/55-60 (PL).

Tabelul 8.5.

Exemple de rezultate ale analizelor viscozității bitumului modificat ORBITON PMB 25/55-60 (PL) produs în anul 2012.

Tip de viscozitate	Metoda de testare	Document de referință	Parametri echipament	Unitate	Temperatura de testare	Exemplu rezultat al determinării viscozității
dinamică	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13702-2	ax nr. 27	Pa*s	90°C	87,50
					135°C	1,97
					160°C	0,54
			ax nr. 27	Pa*s	90°C după RTFOT	182,00
					135°C după RTFOT	2,75
					160°C după RTFOT	0,68

Mai multe informații referitoare la analizele viscozității bitumurilor detaliate în Tabelul 2 sunt prezentate la capitolul 13 „Viscozitatea bitumurilor”.

Proprietățile structurii polimerului

- codul dispersiei polimerului conform EN 13632: B/H/S/r sau B/H/S/o

Depozitarea

Depozitarea de scurtă durată la temperatură ridicată (până la 7 zile)

- temperatura recomandată de depozitare a bitumului: 160 ÷ 180°C
- termenul garantat de valabilitate a bitumului pentru producția mixturii asfaltice: 7 zile

După expirarea perioadei de 5 zile se recomandă efectuarea principalelor analize de control al proprietăților bitumului modificat în scopul asigurării că produsul nu și-a pierdut proprietățile în urma posibilității pierderii stabilității sistemului bitum-polimer, adică a desegregării componentelor. Analizele trebuie efectuate după 5 zile de depozitare și la fiecare 2 zile după aceea (ziua a 7-a, ziua a 9-a etc.) sau la alte intervale de timp în funcție de necesitate:

- penetrație la 25°C conform EN 1426
- temperatura de înmuiere conform EN 1427
- revenirea elastică la 25°C conform EN 13398

Dacă unitatea de producție este dotată cu rezervoare cu agitatoare bitumul trebuie amestecat periodic în rezervor. În acest scop se poate folosi de asemenea circulara.

Depozitarea de lungă durată (peste 7 zile) la temperatură ridicată

Nu se recomandă depozitarea bitumului modificat pe o perioadă mai lungă de 7 zile. În cazul apariției unei astfel de necesități se recomandă analizarea periodică a proprietăților liantului, de exemplu la fiecare 2 zile (aria analizelor a fost menționată anterior). Este de dorit de asemenea amestecarea bitumului în rezervor cel puțin 6 ore în decurs de 24 de ore. Temperatura recomandată de depozitare 150 ÷ 160°C.

Depozitarea de lungă durată (peste 7 zile) la temperatură redusă

Datorită rigidității ridicate nu se recomandă păstrarea acestui liant răcit la temperatura mediului înconjurător (de exemplu pe perioada iernii) datorită dificultăților de fluidizare a acestuia.

8.3.3. ORBITON PMB 25/55-65 (RO)

Destinație

Bitumul modificat ORBITON PMB 25/55-65 (RO) este un liant similar în ce privește proprietățile cu bitumul ORBITON PMB 25/55-60, cu diferența că are un punct de înmuiere mai mare cu 5°C. Se recomandă pentru straturile la care se cere o rezistență mai mare la deformările permanente, și anume straturile de bază bituminoase, straturile de legătură din beton asfaltic AC (BA) și beton asfaltic cu modul ridicat de rigiditate AC WMS. Poate fi, de asemenea, utilizat pentru straturile de uzură pe segmentele ce suportă trafic greu și pentru asfaltul turnat.

Proprietăți conform SR EN 14023:2010

Tabelul 8.6.

Proprietățile bitumului modificat ORBITON PMB 25/55-65 (RO) conform anexei naționale române la norma SR EN 14023:2010.

Proprietate	Metoda de testare	Unitate	Cerință
Penetrație la 25°C	SR EN 1426	0,1 mm	25 ÷ 55
Punct de înmuiere	SR EN 1427	°C	≥65
Revenire elastică la 25°C	SR EN 13398	%	≥70
Punct de rupere conform Fraass °C	SR EN 12593	°C	≤-10
Punct de inflamabilitate °C	SR EN ISO 2592	°C	≥250
Rezistența la tracțiune (viteză redusă de tracțiune)	SR EN 13589 SR EN 13703	J/cm ²	TBR ^a
Modificarea masei după îmbătrânire	SR EN 12607-1	%	≤0,5
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire	SR EN 1427	°C	≤8
Penetrație reziduală după îmbătrânire	SR EN 1426	%	≥60
Revenire elastică la 25°C după îmbătrânire	SR EN 12607-1 SR EN 13398	%	≥60
Stabilitate la stocare: Diferența punctelor de înmuiere	SR EN 13399 SR EN 1427	°C	≤5
Stabilitate la stocare: Diferență de penetrație la 25°C	SR EN 13399 SR EN 1426	°C	≤9

^a TBR (eng.: To Be Reported) = De raportat

8.3.4. ORBITON PMB 45/80-55 (PL)

Destinație

Bitumul modificat ORBITON PMB 45/80-55 (PL) este în Polonia un bitum modificat uzual. Este destinat pentru utilizarea în toate mixturile asfaltice pentru straturile de uzură (AC, SMA).

Proprietăți conform PN-EN 14023:2011

Tabelul 8.7.

Proprietățile bitumului modificat ORBITON PMB 45/80-55 (PL) conform anexei naționale polone la norma PN-EN 14023:2011.

Proprietate	Metoda de testare	Unitate	Cerință
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	45 – 80
Punct de înmuiere	EN 1427	°C	≥55
Revenire elastică la 25°C	EN 13398	%	≥50
Punct de rupere conform Fraass °C	EN 12593	°C	≤-12
Punct de inflamabilitate °C	EN ISO 2592	°C	≥235
Rezistența la tracțiune (viteză redusă de tracțiune)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	≥3 la 5°C
Modificarea masei după îmbătrânire	EN 12607-1	%	≤0,5
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 1427	°C	≤8
Penetrație reziduală după îmbătrânire	EN 1426	%	≥60
Revenire elastică la 25°C după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 13398	%	≥50
Stabilitate la stocare: Diferența punctelor de înmuiere	EN 13399, EN 1427	°C	≤5
Interval de plasticitate	EN 14023 Subpunctul 5.2.8.4	°C	TBR ^a
Scăderea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 1427	°C	TBR ^a

^a TBR (eng.: To Be Reported) = De raportat

Proprietăți conform PG System (SHRP)

Proprietățile bitumului ORBITON PMB 45/80-55 (PL) conform PG system (pe baza analizelor efectuate în anii 2009-2012).

- clasificare conform AASHTO MP 1: **PG 70-22**
- temperaturi critice superioare (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (bitum proaspăt) $T_{crit} = 74,5^\circ\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT) $T_{crit} = 72,9^\circ\text{C}$
 - $G^*\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT și PAV) $T_{crit} = 17,7^\circ\text{C}$

- temperaturi critice inferioare (AASHTO PP 42; EN 14771):

- temperatura la $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -18,1^\circ\text{C}$
- temperatura la $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -16,9^\circ\text{C}$
- rigiditatea la temperatura -16°C $S(T)_{-16} = 242$ MPa

- rezultate și clasificare conform metodei MSCR (explicații la capitolul 11)

Temperatura	58°C	64°C	70°C
Jnr 0,1 kPa	0,170	0,406	0,943
Jnr 3,2 kPa	0,180	0,490	1,608
Jnr diff	6	20,8	70,5
R 0,1 kPa	68,9	65,0	52,3
R 3,2 kPa	67,5	59,5	34,6
R diff	2	8	34
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră (la temperatura analizei) conform celei mai recente clasificări PG	Extreme	Extreme	Heavy

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe realizate în presă giratorie)	145 ÷ 150°C
În unitatea de producție:	
Temperatura de pompare a bitumului	> 150°C
Temperatura bitumului pentru producția mixturii asfaltice	175 ÷ 185°C
Temperatura bitumului turnat MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 8h)	< 230°C
Temperatura bitumului turnat MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 4h)	< 240°C
Observație: în timpul producției bitumului turnat MA se recomandă utilizarea aditivilor de reducere a temperaturii tehnologice (amestecarea cu agregatul și încorporarea), astfel încât producția bitumului turnat să aibă loc la o temperatură de sub 200°C.	
Pe șantier	
Temperatura minimă a mixturii asfaltice livrate (în coșul finisorului)	155°C

Dependența viscozității de temperatură

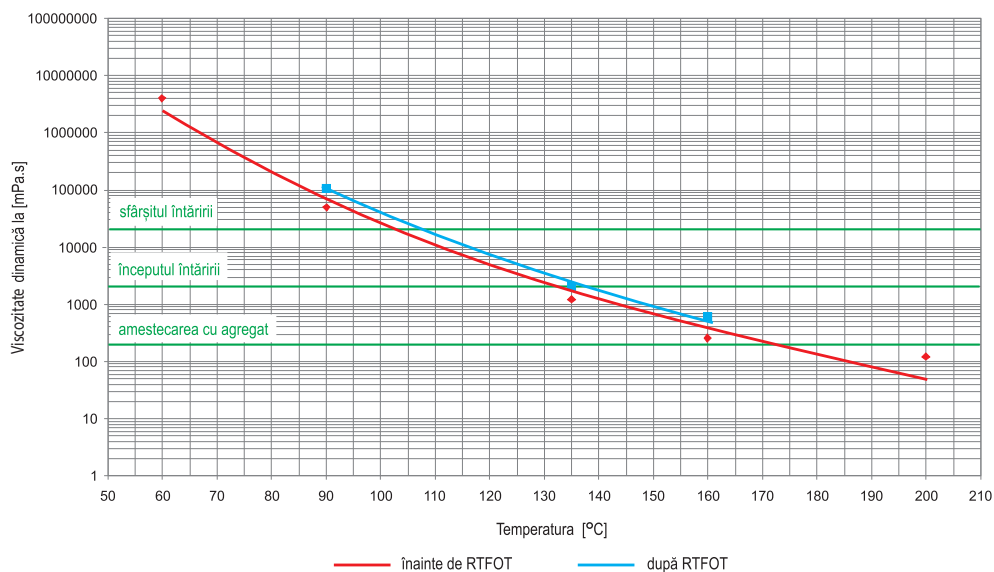


Figura 8.4. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul modificat ORBITON PMB 45/80-55 (PL).

Tabelul 8.8.

Exemple de rezultate ale analizelor viscozității bitumului modificat ORBITON PMB 45/80-55 (PL) produs în anul 2012.

Tip de viscozitate	Metoda de testare	Document de referință	Parametri echipament	Unitate	Temperatura de testare	Exemplu rezultat al determinării viscozității
dinamică	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13702-2	ax nr. 27	Pa*s	90°C	44,33
					135°C	1,12
					160°C	0,22
			ax nr. 27	Pa*s	90°C după RTFOT	103,00
					135°C după RTFOT	1,93
					160°C după RTFOT	0,55

Mai multe informații referitoare la analizele viscozității bitumurilor detaliate în Tabelul 2 sunt prezentate la capitolul 13 „Viscozitatea bitumurilor”.

Proprietățile structurii polimerului

- codul dispersiei polimerului conform EN 13632: B/H/S/r sau B/H/S/o

Depozitarea

Depozitarea de scurtă durată la temperatură ridicată (până la 7 zile)

- temperatura recomandată de depozitare a bitumului: 160÷180°C
- termenul garantat de valabilitate a bitumului pentru producția mixturii asfaltice: 7 zile

După expirarea perioadei de 5 zile se recomandă efectuarea principalelor analize de control al proprietăților bitumului modificat în scopul asigurării că produsul nu și-a pierdut proprietățile în urma posibilității pierderii stabilității sistemului bitum-polimer, adică a desegregării componentelor. Analizele trebuie efectuate după 5 zile de depozitare și la fiecare 2 zile după aceea (ziua a 7-a, ziua a 9-a etc.) sau la alte intervale de timp în funcție de necesitate:

- penetrație la 25°C conform EN 1426
- temperatura de înmuiere conform EN 1427
- revenirea elastică la 25°C conform EN 13398

Dacă unitatea de producție este dotată cu rezervoare cu agitatoare bitumul trebuie amestecat periodic în rezervor. În acest scop se poate folosi de asemenea circulara.

Depozitarea de lungă durată (peste 7 zile) la temperatură ridicată

Nu se recomandă depozitarea bitumului modificat pe o perioadă mai lungă de 7 zile. În cazul apariției unei astfel de necesități se recomandă analiza periodică a proprietăților liantului, de exemplu la fiecare 2 zile (aria analizelor a fost menționată anterior). Este de dorit de asemenea amestecarea bitumului în rezervor cel puțin 6 ore în decurs de 24 de ore. Temperatura recomandată de depozitare 150÷160°C.

Depozitarea de lungă durată (peste 7 zile) la temperatură redusă

Datorită rigidității ridicate nu se recomandă păstrarea acestui liant răcit la temperatura mediului înconjurător (de exemplu pe perioada iernii) datorită dificultăților de fluidizare a acestuia.

8.3.5. ORBITON PMB 45/80-65 (PL-RO)

Destinație

Bitumul modificat ORBITON PMB 45/80-65 (PL-RO) este un bitum modificat destinat utilizării în straturile de uzură și pentru utilizări speciale. Se caracterizează printr-o elasticitate foarte ridicată, puncte de înmuiere ridicate și bune proprietăți la temperatură joasă. Concentrația mare de polimer și viscozitatea ridicată fac din acesta un liant greu de încorporat în timpul condițiilor meteo nefavorabile (întărire rapidă a stratului, probleme cu întărirea stratului). Punctul de înmuiere ridicat și gradul de modificare a bitumului fac ca acesta să poată fi utilizat în locurile unde este necesară o rezistență mare la întindere și uzură combinate cu proprietăți foarte bune la temperaturi joase. Bitumul modificat ORBITON PMB 45/80-65 (PL) este utilizat în straturile de legătură, precum și în mixturile asfaltice poroase PA.

Proprietăți conform SR EN 14023:2010 și PN-EN 14023:2011

Tabelul 8.9.

Proprietățile bitumului modificat ORBITON PMB 45/80-65 (PL-RO) conform anexelor naționale românești și poloneze la norma europeană EN 14023.

Proprietate	Unit.	Metoda de testare	Limite PL PN-EN 14023:2011	Limite RO SR EN 14023:2010
Penetrație la 25°C	0,1 mm	EN 1426	45-80	45-80
Punct de înmuiere	°C	EN 1427	≥65	≥65
Revenire elastică la 25°C	%	EN 13398	≥70	≥80
Punct de rupere Fraass	°C	EN 12593	≤-15	≤-13
Punctul de inflamabilitate	°C	EN ISO 2592	≥235	≥250
Rezistența la tracțiune (viteză redusă de tracțiune)	J/cm ²	EN 13589 EN 13703	≥3 la 5°C	TBR
Modificarea masei după îmbătrânire	%	EN 12607-1	≤0,5	≤0,5
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire	°C	TBR	≤8	≤8
Penetrație reziduală după îmbătrânire	%	EN 1426	≥60	≥50
Revenire elastică la 25°C după îmbătrânire	%	EN 12607-1 EN 13398	≥60	≥70
Stabilitate la stocare: Diferența punctelor de înmuiere	°C	EN 13399, EN 1427	≤5	≤5
Stabilitate la stocare: Diferența de penetrație la 25°C	0,1 mm	EN 13399 EN 1427	NPD ^b	≤9
Interval de plasticitate	°C	EN 14023 Subpunctul 5.2.8.4	TBR ^a	NPD ^b
Scăderea punctului de înmuiere după îmbătrânire	°C	EN 12607-1 EN 1427	TBR ^a	NPD ^b

^a TBR (To Be Reported) = De raportat
^b NPD (eng.: No Performance Determined) = fără cerință, nicio performanță determinată

Proprietăți conform PG System (SHRP)

Proprietățile bitumului ORBITON PMB 45/80-65 (PL-RO) conform PG system (pe baza analizelor efectuate în anii 2009-2012).

- clasificare conform AASHTO MP 1: **PG 76-22**
- temperaturi critice superioare (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (bitum proaspăt) $T_{crit} = 83,2^\circ\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT) $T_{crit} = 77,7^\circ\text{C}$
 - $G^*\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT și PAV) $T_{crit} = 17,6^\circ\text{C}$
- temperaturi critice inferioare (AASHTO PP 42; EN 14771):
 - temperatura la $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -18,3^\circ\text{C}$
 - temperatura la $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -14,3^\circ\text{C}$
 - rigiditatea la temperatura -16°C $S(T)_{-16} = 235$ MPa
- rezultate și clasificare conform metodei MSCR (explicații la capitolul 11)

Temperatura	64°C	70°C
Jnr 0,1 kPa	0,114	0,271
Jnr 3,2 kPa	0,135	0,377
Jnr diff	18,6	39,1
R 0,1 kPa	84,4	75,4
R 3,2 kPa	82,9	70,5
R diff	2	6
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră (la temperatura analizei) conform celei mai recente clasificări PG	Extreme	Extreme

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe realizate în presă giratorie)	150 ÷ 155°C
În unitatea de producție:	
Temperatura de pompare a bitumului	>150°C
Temperatura bitumului pentru producția mixturii asfaltice	175 ÷ 185°C
Pe șantier	
Temperatura minimă a mixturii asfaltice livrate (în coșul finisorului)	160°C

Dependența viscozității de temperatură

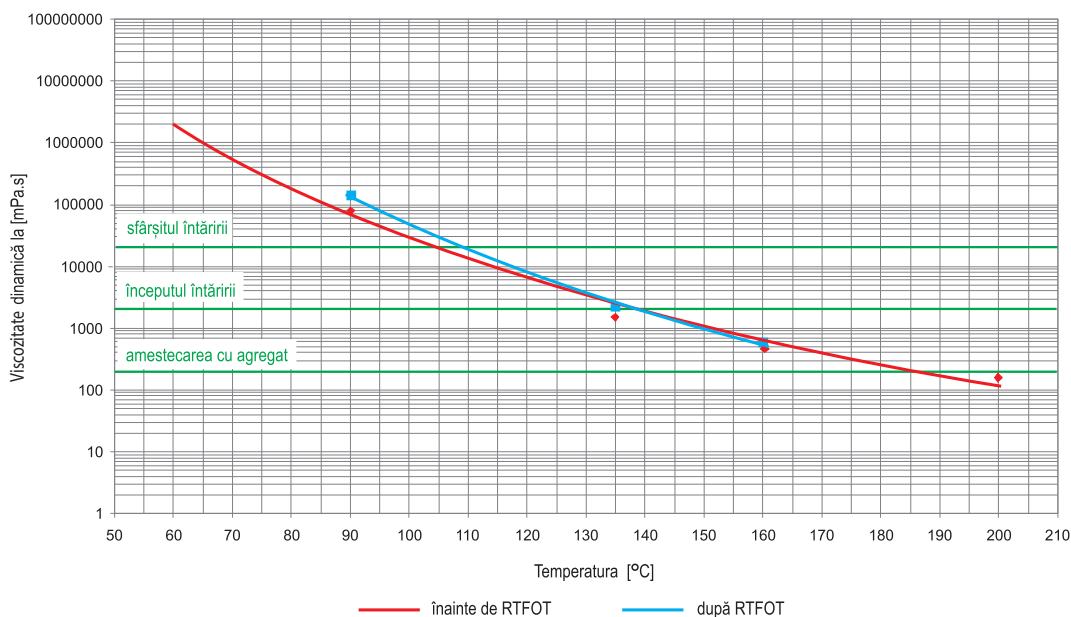


Figura 8.5. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul modificat ORBITON PMB 45/80-65 (PL-RO).

Tabelul 8.10.

Exemple de rezultate ale analizelor viscozității bitumului modificat ORBITON PMB 45/80-65 (PL-RO) produs în anul 2012.

Tip de viscozitate	Metoda de testare	Document de referință	Parametri echipament	Unitate	Temperatura de testare	Exemplu rezultat al determinării viscozității
dinamică	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13702-2	ax nr. 21	Pa*s	90°C	81,57
					135°C	1,54
					160°C	0,49
			ax nr. 27	Pa*s	90°C după RTFOT	128,00
					135°C după RTFOT	2,17
					160°C după RTFOT	0,58

Proprietățile structurii polimerului

- codul dispersiei polimerului conform EN 13632: B/H/S/r sau B/H/S/o

Depozitarea

Depozitarea de scurtă durată la temperatură ridicată (până la 7 zile)

- temperatura recomandată de depozitare a bitumului: 160÷180°C
- termenul garantat de valabilitate a bitumului pentru producția mixturii asfaltice: 7 zile

După expirarea perioadei de 5 zile se recomandă efectuarea principalelor analize de control al proprietăților bitumului modificat în scopul asigurării că produsul nu și-a pierdut proprietățile în urma posibilității pierderii stabilității sistemului bitum-polimer, adică a desegregării componentelor. Analizele trebuie efectuate după 5 zile de depozitare și la fiecare 2 zile după aceea (ziua a 7-a, ziua a 9-a etc.) sau la alte intervale de timp în funcție de necesitate:

- penetrație la 25°C conform EN 1426
- temperatura de înmuiere conform EN 1427
- revenirea elastică la 25°C conform EN 13398

Dacă unitatea de producție este dotată cu rezervoare cu agitatoare bitumul trebuie amestecat periodic în rezervor. În acest scop se poate folosi de asemenea circularrea.

Depozitarea de lungă durată (peste 7 zile) la temperatură ridicată

Nu se recomandă depozitarea bitumului modificat pe o perioadă mai lungă de 7 zile. În cazul apariției unei astfel de necesități se recomandă analizarea periodică a proprietăților liantului, de exemplu la fiecare 2 zile (aria analizelor a fost menționată anterior). Este de dorit de asemenea amestecarea bitumului în rezervor cel puțin 6 ore în decurs de 24 de ore. Temperatura recomandată de depozitare 150÷160°C.

Depozitarea de lungă durată (peste 7 zile) la temperatură redusă

Datorită rigidității ridicate nu se recomandă păstrarea acestui liant răcit la temperatura mediului înconjurător (de exemplu pe perioada iernii) datorită dificultăților de fluidizare a acestuia.

8.3.6. ORBITON PMB 65/105-60 (PL)

Destinație

Bitumul modificat ORBITON PMB 65/105-60(PL) este un liant proiectat pentru utilizarea în straturile de uzură subțiri la cald. Este produs din bitum de bază moale cu o concentrație mare de polimer. Produsul rezultat se caracterizează printr-o penetrație mai mare la 25°C (de la 65 la 105) față de bitumul modificat PMB 45/80-65 și totodată printr-o coeziune² și elasticitate mari. Toate acestea fac ca ORBITON PMB 65/105-60 (PL) să îndeplinească foarte bine rolul de liant în mixturile cu granulație discontinuă construite în straturi subțiri. Pentru astfel de utilizări putem include betonul asfaltic poros PA, mixturile pentru straturile subțiri de uzură BBTM, mixturile SMA. Acestea sunt deci înainte de toate straturi de uzură speciale și straturi de uzură în regiunile cu temperaturi joase. O altă destinație a acestui liant sunt mixturile pentru poduri, dacă este cerută o elasticitate foarte mare a liantului.

2) aici: măsura rezistenței interne a bitumului supus divizării în părți

Proprietăți conform PN-EN 14023:2011
Tabelul 8.11.

Proprietățile bitumului modificat ORBITON PMB 65/105-60 (PL) conform anexei naționale polone la norma EN 14023.

Proprietate	Unit.	Metoda de testare	Cerință
Penetrație la 25°C	0,1 mm	EN 1426	65-105
Punct de înmuiere	°C	EN 1427	≥60
Revenire elastică la 25°C	%	EN 13398	≥70
Punct de rupere Fraass	°C	EN 12593	≤-15
Punctul de inflamabilitate	°C	EN ISO 2592	≥235
Rezistența la tracțiune (viteză redusă de tracțiune)	J/cm ²	EN 13589 EN 13703	≥3 la 5°C
Modificarea masei după îmbătrânire	%	EN 12607-1	≤0,5
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire	°C	EN 1427	≤10
Penetrație reziduală după îmbătrânire	%	EN 1426	≥60
Revenire elastică la 25°C după îmbătrânire	%	EN 12607-1 EN 13398	≥60
Stabilitate la stocare Diferența punctelor de înmuiere	°C	EN 13399, EN 1427	≤5
Interval de plasticitate	°C	EN 14023 Subpunctul 5.2.8.4	TBR ^a
Scăderea punctului de înmuiere după îmbătrânire	°C	EN 12607-1 EN 1427	TBR ^a

^a TBR (To Be Reported) = De raportat

Proprietăți conform PG System (SHRP)

Proprietățile bitumului ORBITON PMB 65/105-60 (PL) conform PG system (pe baza analizelor efectuate în anii 2009-2012).

- clasificare conform AASHTO MP 1: **PG 64-28**
- temperaturi critice superioare (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (bitum proaspăt) $T_{crit} = 74,9^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT) $T_{crit} = 69,2^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT și PAV) $T_{crit} = 13,6^{\circ}\text{C}$
- temperaturi critice inferioare (AASHTO PP 42; EN 14771):
 - temperatura la $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -20,5^{\circ}\text{C}$
 - temperatura la $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -20,6^{\circ}\text{C}$
 - rigiditatea la temperatura -16°C $S(T)_{-16} = 172$ MPa

- rezultate și clasificare conform metodei MSCR (explicații la capitolul 11)

Temperatura	64°C
Jnr 0,1 kPa	0,382
Jnr 3,2 kPa	0,469
Jnr diff	22,9
R 0,1 kPa	79,3
R 3,2 kPa	76,1
R diff	4
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră (la temperatura analizei) conform celei mai recente clasificări PG	Extreme

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe realizate în presă giratorie)	145 ÷ 150°C
În unitatea de producție:	
Temperatura de pompare a bitumului	>150°C
Temperatura bitumului pentru producția mixturii asfaltice	175 ÷ 185°C
Pe șantier	
Temperatura minimă a mixturii asfaltice livrate (în coșul finisorului)	155°C

Dependența viscozității de temperatură

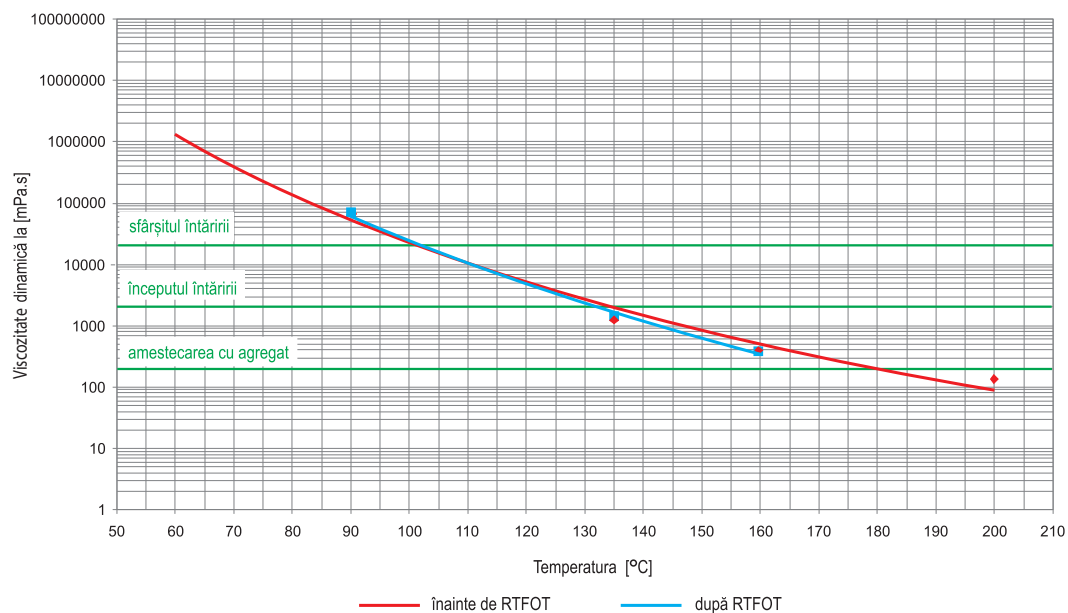


Figura 8.6. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul modificat ORBITON PMB 65/105-60.

Tabelul 8.12.

Exemple de rezultate ale analizelor viscozității bitumului modificat ORBITON PMB 65/105-60 produs în anul 2012. Analize efectuate la ORLEN Laboratorium sp. z o.o., acreditare PCA nr. AB 484.

Tip de viscozitate	Metoda de testare	Document de referință	Parametri echipament	Unitate	Temperatura de testare	Exemplu rezultat al determinării viscozității
dinamică	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13702-2	ax nr. 21, 29	Pa*s	90°C	70,00
					135°C	1,23
					160°C	0,39
			ax nr. 27	Pa*s	90°C după RTFOT	63,83
					135°C după RTFOT	1,36
					160°C după RTFOT	0,41

Mai multe informații referitoare la analizele viscozității biturilor detaliate în Tabelul 2 sunt prezentate la capitolul 13 „Viscozitatea biturilor”.

Proprietățile structurii polimerului

- codul dispersiei polimerului conform EN 13632: B/H/S/r sau B/H/S/o

Depozitarea

Depozitarea de scurtă durată la temperatură ridicată (până la 7 zile)

- temperatura recomandată de depozitare a bitumului: 160 ÷ 180°C
- termenul garantat de valabilitate a bitumului pentru producția mixturii asfaltice: 7 zile

După expirarea perioadei de 5 zile se recomandă efectuarea principalelor analize de control al proprietăților bitumului modificat în scopul asigurării că produsul nu și-a pierdut proprietățile în urma posibilității pierderii stabilității sistemului bitum-polimer, adică a desegregării componentelor. Analizele trebuie efectuate după 5 zile de depozitare și la fiecare 2 zile după aceea (ziua a 7-a, ziua a 9-a etc.) sau la alte intervale de timp în funcție de necesitate:

- penetrație la 25°C conform EN 1426
- temperatura de înmuiere conform EN 1427
- revenirea elastică la 25°C conform EN 13398

Dacă unitatea de producție este dotată cu rezervoare cu agitatoare bitumul trebuie amestecat periodic în rezervor. În acest scop se poate folosi de asemenea circulara.

Depozitarea de lungă durată (peste 7 zile) la temperatură ridicată

Nu se recomandă depozitarea bitumului modificat pe o perioadă mai lungă de 7 zile. În cazul apariției unei astfel de necesități se recomandă analizarea periodică a proprietăților liantului, de exemplu la fiecare 2 zile (aria analizelor a fost menționată anterior). Este de dorit de asemenea amestecarea bitumului în rezervor cel puțin 6 ore în decurs de 24 de ore. Temperatura recomandată de depozitare 150 ÷ 160°C.

Depozitarea de lungă durată (peste 7 zile) la temperatură redusă

Datorită rigidității ridicate nu se recomandă păstrarea acestui liant răcit la temperatura mediului înconjurător (de exemplu pe perioada iernii) datorită dificultăților de fluidizare a acestuia.

8.4. Alte proprietăți ale biturilor modificate ORBITON

Printre proprietățile biturilor modificate menționate în standardul EN 14023:2010 se află acelea pe care producătorul le poate pune la dispoziția clienților săi ca informații adiționale. Printre acestea se află densitatea bitumului, temperaturile tehnologice și dispersia polimerului (microstructura observată la microscop).

Densitatea actuală este menționată pe Certificatul de calitate al bitumului modificat pentru fiecare lot produs. Pentru proiectarea mixturilor asfaltice și calcularea conform standardului EN 12697-8 pot fi utilizate datele incluse în tabelul de la capitolul 14.

Temperaturile tehnologice au fost menționate în tabelul cumulat de la capitolul 12 la p.12.5, iar condițiile de păstrare pentru bitumul polimeric la p. 12.2.

Microstructura bitumului polimeric este prezentată în tabelul 8.12. Analiza a fost efectuată conform standardului EN 13632 „Bitum și lianți bituminoși. Vizualizarea dispersiei polimerilor în bitumuri modificate cu polimeri”.

La analiză a fost folosit un microscop optic Nikon ECLIPSE E-200F PLUS cu atașament epi-fluorescent cu releu cu mercur cu putere de 100 W. Observațiile au fost efectuate la o mărire de 100 de ori în lumină reflectată cu utilizarea unui filtru optic B-2A cu următoarele caracteristici:

- Filtru de excitație: EX 450/490 (transmisie unde între 450 nm și 490 nm)
- Filtru fantă: DM 505 (reflectare unde mai scurte de 505 nm și transmisie unde mai lungi)
- Filtru prag: BA 520 (transmisie unde peste 520 nm)

În baza Anexei A.3 a normei EN 13632 structura biturilor polimerice analizate a fost descrisă conform literelor de marcare ce caracterizează sistemul polimero-bituminos dispersiv:

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Continuitate fază: | P: Fază polimerică continuă
B: Fază bituminoasă continuă
X: Continuitatea ambelor faze |
| 2. Descrierea fazelor: | H: Omogen
I: Neomogen |
| 3. Descriere dimensiune: | S: Mic (< 10 μm)
M: Mediu (de la 10 μm la 100 μm)
L: Mare (> 100 μm) |
| 4. Descriere formă: | r: Rotund, oval
s: Longitudinal
o: Altele |

În descriere au fost utilizate marcaje mixte:

H/I – pentru probele cu distribuție uniformă a particulelor fine de polimer cu o cantitate mult mai mică a particulelor medii cu distribuție neuniformă

S/M – pentru probele cu majoritate de particule mici de polimer și cu o cantitate mult mai mică de particule medii

s/r – pentru probele cu particule cu formă de aglomerări longitudinale de polimer. În probă apar și particule ovale (rotunde) și/sau cu tendință la grupare în aglomerări.

Tabelul 8.15.

Microstructura bitumului polimeric conform standardului EN 13632.

Tip de bitum polimeric ORBITON PMB	Descriere fază			
	Continuitate fază	Descriere fază	Descriere dimensiune	Descriere formă
10/40-65	B	H	M	r
25/55-60	B	H	S	r
45/80-55	B	H	S/M	r
45/80-65	B	H	S/M	r
65/105-60	B	H	S	r

În figura 8.7. este prezentat un exemplu de imagine a microstructurii bitumului polimeric fotografiat în lumină reflectată și mărire de 100 de ori (lumină UV).

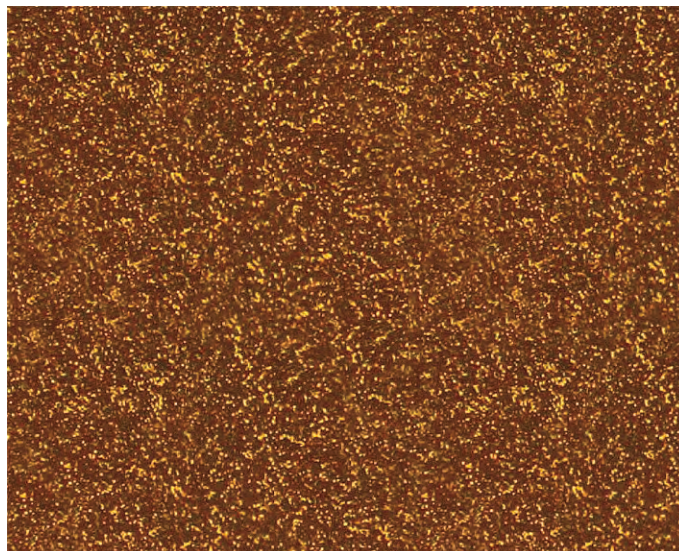


Figura 8.7. Exemplu de imagine a microstructurii bitumului polimeric cu codurile B-H-S-r.

9 BITUMURI MULTIGRAD BITREX

9.1. Descriere generală

Bitumurile rutiere multigrad (*eng. multigrade*) fac parte din grupa bitumurilor speciale și sunt produse la ORLEN Asphalt din anul 2005 sub denumirea BITREX. Deoarece în anii 2005÷2013 nu a existat o normă europeană pentru acest tip de liant, acesta era produs în Polonia în baza cerințelor naționale ale Aprobărilor Tehnice cu numerele AT/2010-02-1940 și AT/2005-03-1882/1 emise de Institutul de Cercetare pentru Drumuri și Poduri din Varșovia (în continuare IBDiM).

În anii 2013/2014 este planificată publicarea normei europene EN 13924-2 cu specificația bitumurilor multigrad și principiile de marcare cu CE adaptate la noul Regulament al Parlamentului European și al Consiliului cu nr. 305/11 privind produsele pentru construcții (așa-numitul CPR).

Bitumurile multigrad BITREX se caracterizează prin trăsături reologice foarte bune – elasticitate la temperaturi joase și rigiditate mare la temperaturi ridicate. Denumirea *multigrad* indică tocmai acele trăsături ale bitumului – într-un liant se regăsesc simultan trăsăturile bitumului moale (proprietăți bune la temperaturi joase) și dur (proprietăți bune la temperaturi ridicate).

Bitumurile multigrad BITREX sunt produse cu proprietăți care le situează între bitumurile rutiere și bitumurile modificate cu polimeri. Datorită proprietăților menționate mai sus, din punct de vedere comercial se caracterizează printr-un raport foarte bun calitate – preț.

În acest ghid sunt descrise trei bitumuri multigrad BITREX produse pe baza Aprobărilor Tehnice IBDiM. Tipurile bitumurilor descrise, împreună cu informația conform căruia document sunt produse, sunt prezentate în tabelul 9.1.

Tabelul 9.1.

Tipurile de bitumuri multigrad descrise în ghid împreună cu denumirea documentului de referință.

Tipul de bitum multigrad BITREX	Documentul de referință până în anul 2013/2014	Documentul de referință începând cu 2013/2014
20/30	Aprobare Tehnică Poloneză IBDiM nr. AT/2010-02-1940	EN 13924-2 (de la momentul publicării)
35/50	Aprobare Tehnică Poloneză IBDiM nr. AT/2005-03-1882/1	
50/70		

Diferențele de bază între bitumurile rutiere și bitumurile multigrad descrise în acest ghid pentru doi parametri de bază ai liantului (penetrația la 25°C și punctul de înmuiere) sunt prezentate în mod grafic în figura 9.1.

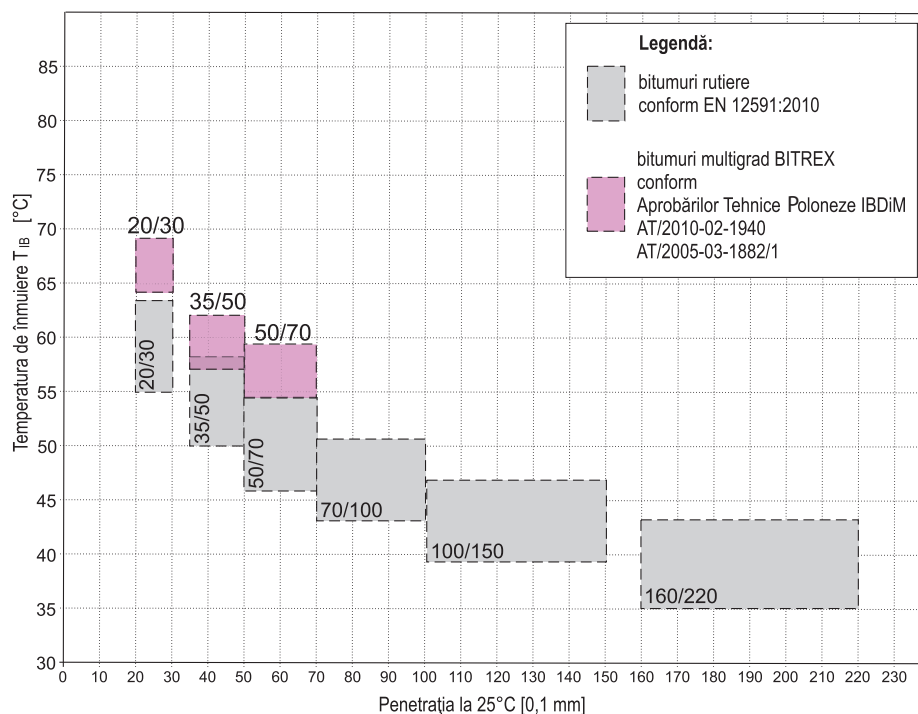


Figura 9.1. Comparația grafică a biturilor rutiere și multigrad descrise în acest ghid în intervalul de penetrație la 25°C și punctul de înmuiere T_{IB} (stadiu până în 2013/2014 – până la momentul introducerii EN 13924-2)

9.2. Destinație

Bitumurile multigrad **BITREX** sunt o grupă de lianți speciali cu proprietăți îmbunătățite la temperaturi ridicate și joase, comparativ cu bitumurile rutiere. Acest lucru se reflectă în obținerea unor module mai ridicate de rigiditate și a unei rezistențe mai mari la orneraj a mixturilor asfaltice executate cu utilizarea acestui tip de liant. O parte a biturilor multigrad este caracterizată conform aceluiași interval de penetrație la 25°C ca ale biturilor rutiere conform EN 12591 (20/30, 35/50, 50/70), putând fi deci utilizate ca înlocuitori ai acestora.

Aria de utilizare a biturilor multigrad **BITREX** este aceeași cu a biturilor rutiere în ce privește domeniul de utilizare (straturi în structura rutieră), tipul mixturii asfaltice și categoria de trafic. Aici trebuie plecat de la premisa că efectul utilizării biturilor multigrad va fi observat sub forma unei rezistențe sporite a îmbrăcăminții rutiere.

9.3. Proprietăți

În continuarea capitolului sunt prezentate toate proprietățile biturilor multigrad conform Aprobărilor Tehnice IBDiM împreună cu informațiile obținute conform metodei americane PG. În plus, au fost incluse informații referitoare la temperaturile tehnologice orientative de utilizare a biturilor în mixturile mineral-asfaltice și date privind viscozitatea și dependența viscozității de temperatură.

O clasificare adițională conform rezultatelor analizei MSCR (ASTM D 7405-10a) a fost inclusă la capitolul 11.

9.3.1. BITREX 20/30

Destinație

Bitumul multigrad BITREX 20/30 este un bitum foarte dur. Este destinat utilizării în stratul de legătură și stratul de bază din mixturi asfaltice cu modul ridicat de rigiditate WMS (fr. EME) și beton asfaltic AC (BA).

Proprietăți conform AT/2010-02-1940 (Aprobare Tehnică Poloneză IBDiM)

Tabelul 9.2.

Proprietățile bitumului multigrad BITREX 20/30

Proprietate	Unit.	Metoda de testare	Cerință
Penetrație la 25°C	0,1 mm	EN 1426	20 ÷ 30
Punctul de înmuiere	°C	EN 1427	≥ 64
Punct de rupere	°C	EN 12593	≤ -5
Indice de penetrație, Pen/T ₁₈	-	EN 12591	≥ 0,4
Conținutul de parafină	%	EN 12606-1	≤ 2,2
Viscozitate dinamică la 60°C	Pa·s	ASTM D 4402	≥ 5000
Punct de inflamabilitate	°C	EN ISO 2592	≥ 240
Densitate la 25°C	g/cm ³	EN 15326+A1	1,0 ÷ 1,1
Conținutul de componente insolubile în n-heptan	% m/m	ASTM D 4124	≥ 18
Variația masei după îmbătrânire	% m/m	EN 12607-1	≤ 0,4
Creșterea temperaturii de înmuiere după RTFOT	°C	EN 1427	≤ 8,0
Scăderea penetrației după RTFOT	%	EN 1426	≤ 35

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe realizate în presă giratorie)	155 ÷ 160°C
În unitatea de producție:	
Temperatura de pompare a bitumului	> 150°C
Temperatura bitumului pentru producția mixturii asfaltice	175 ÷ 185°C
Pe șantier	
Temperatura minimă a mixturii asfaltice livrate (în coșul finisorului)	165°C

Depozitarea

Depozitarea de scurtă durată (până la 10 zile)

- temperatura recomandată de depozitare a bitumului: ≤ 185°C

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură ridicată

Se recomandă evitarea depozitării bitumului la temperatură ridicată pe perioade lungi. În cazul necesității depozitării bitumului multigrad BITREX 20/30 în rezervor la temperatură ridicată (până la 185°C) timp de peste 10 zile, se recomandă efectuarea controlului gradului de îmbătrânire a liantului înainte de utilizarea bitumului la producția mixturii asfaltice. Trebuie analizate: penetrația la 25°C conform EN 1426 sau punctul de înmuiere conform EN 1427.

În cazul îmbătrânirii excesive a liantului trebuie demarată procedura de distrugere controlată a produsului (procedura CPF conformă cu EN 13108-21).

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură joasă

În cazul necesității depozitării bitumului multigrad BITREX 20/30 pe o perioadă mult mai lungă de 10 zile se recomandă reducerea temperaturii bitumului până și încălzirea înaintea reutilizării. În cazul unei perioade lungi planificate de depozitare fără producție a mixturii asfaltice este permisă depozitarea bitumului la temperatura mediului înconjurător. Condiția unei astfel de depozități este dotarea rezervorului de înmagazinare cu dispozitive de încălzire de putere corespunzătoare care să garanteze o încălzire ulterioară a bitumului fără riscul de ardere locală a liantului în timpul încălzirii de lungă durată.

9.3.2. BITREX 35/50

Destinație

Bitumul multigrad BITREX 35/50 este un bitum dur, destinat utilizării în straturile de legătură și de bază asfaltice. Având în vedere temperatura de înmuiere ridicată, acest bitum este destinat pentru straturile cu rigiditate ridicată – de bază și de legătură din mixtura AC WMS¹ sau pentru beton asfaltic standard AC (în România și BA).

Proprietăți conform AT/2005-03-1882/1 (Aprobare Tehnică Poloneză IBDiM)

Tabelul 9.3.

Proprietățile bitumului multigrad BITREX 35/50

Proprietate	Metoda de testare	Unitate	Cerință
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	35 ÷ 50
Punct de înmuiere	EN 1427	°C	≥ 57
Punct de rupere	EN 12593	°C	≤ -16
Indice de penetrație, Pen/T ₁₈	EN 12591	-	≥ 0,4
Conținutul de parafină	EN 12606-1	%	≤ 2,2
Viscozitate dinamică la 60°C	ASTM D 4402	Pa·s	≥ 2000
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 240
Densitate la 25°C	EN ISO 3838	g/cm ³	1,0 ÷ 1,1
Variația masei după îmbătrânire	EN 12607-1	% m/m	≤ 0,5
Creșterea temperaturii de înmuiere după RTFOT	EN 1427	°C	≤ 9,0
Scăderea penetrației după RTFOT	EN 1426	%	≤ 40

1) AC WMS reprezintă marcajul polonez al betonului asfaltic cu modul ridicat de rigiditate. Alte denumiri ale acestei mixturi: EME (Enrobé à Module Elevé în Franța) sau HMB (High Modulus Base în USA și UK).

Proprietăți conform PG System (SHRP)

Proprietățile bitumului multigrad BITREX 35/50 conform PG system (pe baza analizelor efectuate în anii 2009-2012).

- clasificare conform AASHTO MP 1: **PG 82-16**
- temperaturi critice superioare (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (bitum proaspăt) $T_{crit} = 81,4^{\circ}\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT) $T_{crit} = 84,9^{\circ}\text{C}$
 - $G^*\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT și PAV) $T_{crit} = 13,4^{\circ}\text{C}$
- temperaturi critice inferioare (AASHTO PP 42; EN 14771):
 - temperatura la $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -25,4^{\circ}\text{C}$
 - temperatura la $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -10^{\circ}\text{C}$
 - rigiditatea la temperatura -16°C $S(T)_{-16} = 120,5$ MPa
- rezultate și clasificare conform metodei MSCR (explicații la capitolul 11)

Temperatura	64°C	70°C
Jnr 0,1 kPa	0,140	0,739
Jnr 3,2 kPa	0,162	1,068
Jnr diff	15,8	44,5
R 0,1 kPa	51,9	24,2
R 3,2 kPa	44,9	7,4
R diff	13	69
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră (la temperatura analizei) conform celei mai recente clasificări PG	Extreme	Heavy

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe realizate în presă giratorie)	145÷150°C
În unitatea de producție:	
Temperatura de pompare a bitumului	>140°C
Temperatura bitumului pentru producția mixturii asfaltice	170÷180°C
Temperatura asfaltului turnat MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 8h)	<230°C
Temperatura asfaltului turnat MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 4h)	<240°C
Observație: în timpul producției asfaltului turnat MA se recomandă utilizarea aditivilor de reducere a temperaturii tehnologice (amestecarea cu agregatul și încorporarea), astfel încât producția asfaltului turnat să aibă loc la o temperatură de sub 200°C.	
Pe șantier	
Temperatura minimă a mixturii asfaltice livrate (în coșul finisurului)	155°C

Dependența viscozității de temperatură

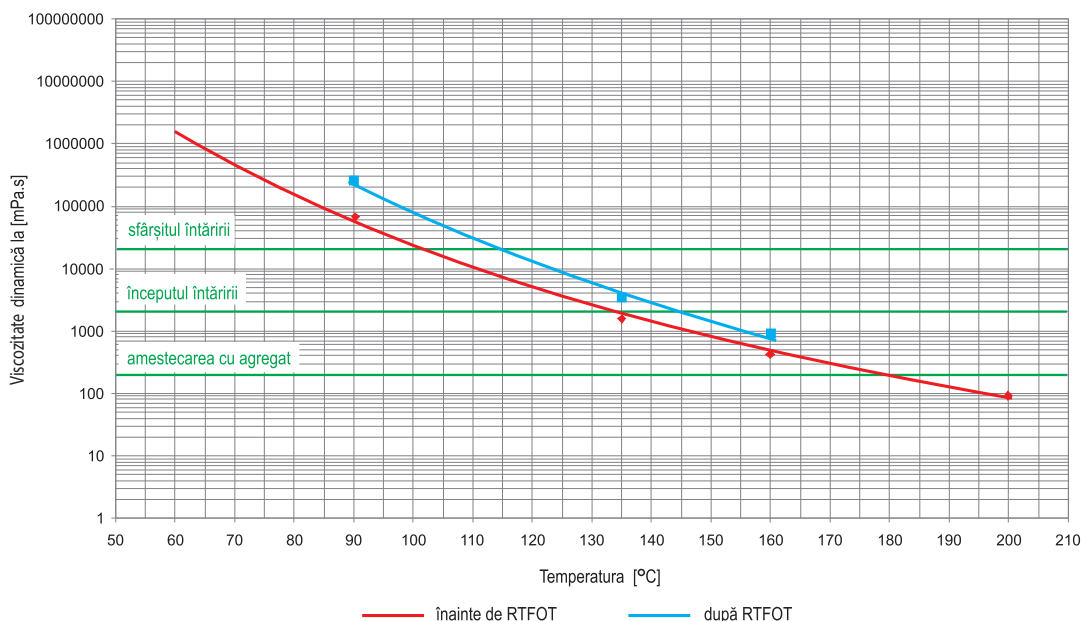


Figura 9.2. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul multigrad BITREX 35/50.

Tabelul 9.4.

Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului multigrad BITREX 35/50 produs în anul 2012.

Tip de viscozitate	Metoda de testare	Document de referință	Parametri echipament	Unitate	Temperatura de testare	Exemplu rezultat al determinării viscozității
dinamică	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13702-2	ax nr. 27, 29	Pa*s	90°C	66,93
					135°C	1,47
					160°C	0,41
			ax nr. 29	Pa*s	90°C după RTFOT	242,00
					135°C după RTFOT	3,32
					160°C după RTFOT	0,81

Mai multe informații referitoare la încercările viscozității biturilor detaliate în Tabelul 9.4 sunt prezentate la capitolul 13 „Viscozitatea biturilor”.

Depozitarea

Depozitarea de scurtă durată (până la 10 zile)

- temperatura recomandată de depozitare a bitumului: $\leq 185^{\circ}\text{C}$

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură ridicată

Se recomandă evitarea depozitării bitumului la temperatură ridicată pe perioade lungi. În cazul necesității depozitării bitumului multigrad BITREX 35/50 în rezervor la temperatură ridicată (până la 185°C) timp de peste 10 zile, se recomandă efectuarea controlului gradului de îmbătrânire a liantului înainte de utilizarea bitumului la producția mixturii asfaltice. Trebuie analizate: penetrația la 25°C conform EN 1426 sau punctul de înmuiere conform EN 1427.

În cazul îmbătrânirii excesive a liantului trebuie demarată procedura de distrugere controlată a produsului (procedura CPF conformă cu EN 13108-21).

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură joasă

În cazul necesității depozitării bitumului multigrad BITREX 35/50 pe o perioadă mult mai lungă de 10 zile se recomandă reducerea temperaturii bitumului până și încălzirea înaintea reutilizării. În cazul unei perioade lungi planificate de depozitare fără producție a mixturii asfaltice este permisă depozitarea bitumului la temperatura mediului înconjurător. Condiția unei astfel de depozități este dotarea rezervorului de înmagazinare cu dispozitive de încălzire de putere corespunzătoare care să garanteze o încălzire ulterioară a bitumului fără riscul de ardere locală a liantului în timpul încălzirii de lungă durată.

9.3.3. BITREX 50/70

Destinație

Bitumurile multigrad BITREX 50/70 fac parte din bitumurile cu duritate medie și moi și sunt destinate utilizării în straturile de uzură.

Proprietăți conform AT/2005-03-1882/1 (Aprobare Tehnică Poloneză IBDiM)

Tabelul 9.5.

Proprietățile bitumului multigrad BITREX 50/70

Proprietate	Metoda de testare	Unitate	Cerință
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	50 ÷ 70
Punct de înmuiere	EN 1427	°C	≥ 54
Punct de rupere	EN 12593	°C	≤ -19
Indice de penetrație, Pen/T _B	EN 12591	-	≥ 0,5
Conținutul de parafină	EN 12606-1	%	≤ 2,2
Viscozitate dinamică la 60°C	ASTM D 4402	Pa·s	≥ 1000
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 240
Densitate la 25°C	EN ISO 3838	g/cm ³	1,0 ÷ 1,1
Variația masei după îmbătrânire	EN 12607-1	% m/m	≤ 0,5
Creșterea temperaturii de înmuiere după RTFOT	EN 1427	°C	≤ 9,0
Scăderea penetrației după RTFOT	EN 1426	%	≤ 45

Proprietăți conform PG System (SHRP)

Proprietățile bitumului multigrad BITREX 50/70 conform PG system (pe baza analizelor efectuate în anii 2009-2012).

- clasificare conform AASHTO MP 1: **PG 70-16**
- temperaturi critice superioare (AASHTO T 315):
 - $G^*/\sin\delta = 1$ kPa (bitum proaspăt) $T_{crit} = 71,1^\circ\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 2,2$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT) $T_{crit} = 74,7^\circ\text{C}$
 - $G^*/\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânirea RTFOT și PAV) $T_{crit} = 10,4^\circ\text{C}$
- temperaturi critice inferioare (AASHTO PP 42; EN 14771):
 - temperatura la $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60} = -27,4^\circ\text{C}$
 - temperatura la $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60} = -11,8^\circ\text{C}$
 - rigiditatea la temperatura -16°C $S(T)_{-16} = 98,1$ MPa
- rezultate și clasificare conform metodei MSCR (explicații la capitolul 11)

Temperatura	64°C
Jnr 0,1 kPa	0,540
Jnr 3,2 kPa	0,764
Jnr diff	41,6
R 0,1 kPa	37,5
R 3,2 kPa	17,9
R diff	52
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră (la temperatura analizei) conform celei mai recente clasificări PG	Very Heavy

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe realizate în presă giratorie)	140÷145°C
În unitatea de producție:	
Temperatura de pompare a bitumului	>140°C
Temperatura bitumului pentru producția mixturii asfaltice	160÷170°C
Pe șantier	
Temperatura minimă a mixturii asfaltice livrate (în coșul finisorului)	150°C

Dependența viscozității de temperatură

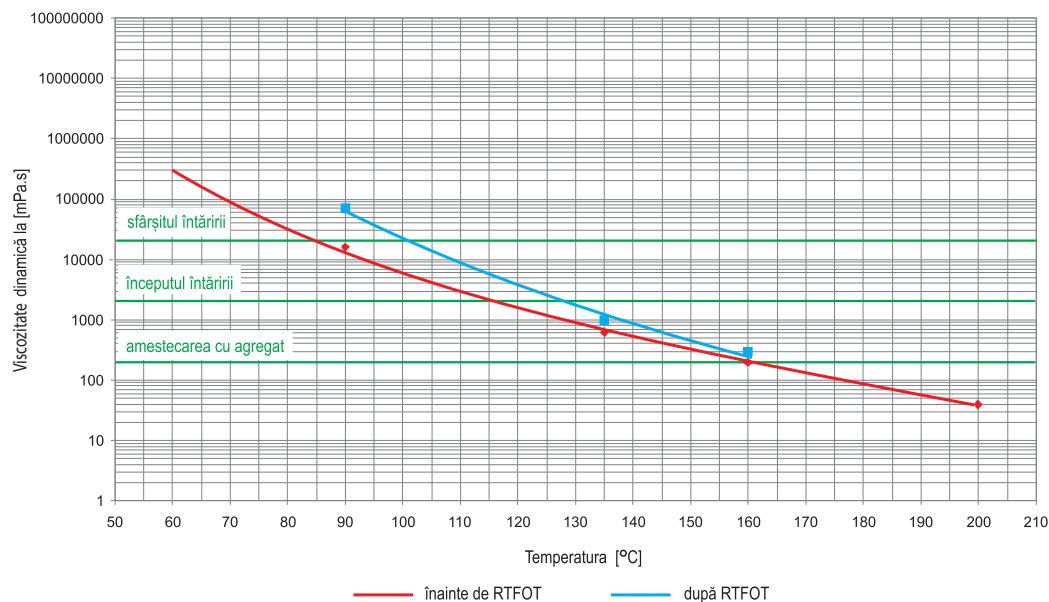


Figura 9.3. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul multigrad BITREX 50/70.

Tabelul 9.6.

Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului multigrad BITREX 50/70 produs în anul 2012.

Tip de viscozitate	Metoda de testare	Document de referință	Parametri echipament	Unitate	Temperatura de testare	Exemplu rezultat al determinării viscozității
dinamică	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13702-2	ax nr. 21, 27	Pa*s	90°C	16,09
					135°C	0,58
					160°C	0,18
			ax nr. 27	Pa*s	90°C după RTFOT	69,04
					135°C după RTFOT	1,12
					160°C după RTFOT	0,30

Mai multe informații referitoare la încercările viscozității biturilor detaliate în Tabelul 9.6 sunt prezentate la capitolul 13 „Viscozitatea biturilor”.

Depozitarea

Depozitarea de scurtă durată (până la 10 zile)

- temperatura recomandată de depozitare a bitumului: $\leq 185^{\circ}\text{C}$

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură ridicată

Se recomandă evitarea depozitării bitumului la temperatură ridicată pe perioade lungi. În cazul necesității depozitării bitumului multigrad BITREX 50/70 în rezervor la temperatură ridicată (până la 185°C) timp de peste 10 zile, se recomandă efectuarea controlului gradului de îmbătrânire a liantului înainte de utilizarea bitumului la producția mixturii asfaltice. Trebuie analizate: penetrația la 25°C conform EN 1426 sau punctul de înmuiere conform EN 1427.

În cazul îmbătrânirii excesive a liantului trebuie demarată procedura de distrugere controlată a produsului (procedura CPF conformă cu EN 13108-21).

Depozitarea de lungă durată (peste 10 zile) la temperatură joasă

În cazul necesității depozitării bitumului multigrad BITREX 50/70 pe o perioadă mult mai lungă de 10 zile se recomandă reducerea temperaturii bitumului până și încălzirea înaintea reutilizării. În cazul unei perioade lungi planificate de depozitare fără producție a mixturii asfaltice este permisă depozitarea bitumului la temperatura mediului înconjurător. Condiția unei astfel de depozități este dotarea rezervorului de înmagazinare cu dispozitive de încălzire de putere corespunzătoare care să garanteze o încălzire ulterioară a bitumului fără riscul de ardere locală a liantului în timpul încălzirii de lungă durată.

9.4. Alte proprietăți ale biturilor multigrad BITREX

Unul dintre cei mai importanți parametri ce definesc aria de aplicabilitate a lianților bituminoși este *Intervalul de Plasticitate*. Acesta este definit ca intervalul de temperatură limitat de punctul de rupere Fraass și punctul de înmuiere IB (R&B). Convențional, acesta este domeniul de funcționare viscoelastică a liantului. Din punctul de vedere al exploatarea suprafeței bituminoase, este util ca acest interval să fie suficient de larg, încât să cuprindă intervalul de temperatură care apare în realitate în structura drumului.

În figurile 9.4.+9.5. este prezentată comparația intervalelor de plasticitate a biturilor rutiere 35/50 și 50/70 și a corespondențelor acestora sub forma biturilor multigrad BITREX 35/50 și BITREX 50/70.

În toate trei cazurile se poate observa o extindere a intervalului de plasticitate a biturilor multigrad BITREX, atât în direcția temperaturilor superioare, cât și a celor inferioare comparativ cu biturile rutiere ce le corespund. Acestea sunt proprietăți utile ale biturilor BITREX care indică o rezistență sporită la fisurarea la temperaturi joase și rezistența la deformările permanente (ornieraj) la temperaturi ridicate, comparativ cu biturile rutiere.

Merită acordată atenție și diferenței în caracterul deplasării capetelor intervalelor de plasticitate (înainte și după îmbătrânirea RTFOT) a biturilor multigrad BITREX comparativ cu biturile rutiere. În toate trei cazurile de bituri BITREX observăm o menținere a temperaturii inferioare de rupere Fraass, înainte și după procesul de îmbătrânire tehnologică (RTFOT). Acest lucru este util, deoarece după producerea unei mixturi asfaltice proprietățile la temperaturi joase ale structurii nu sunt afectate, ceea ce nu se observă în cazul biturilor rutiere.

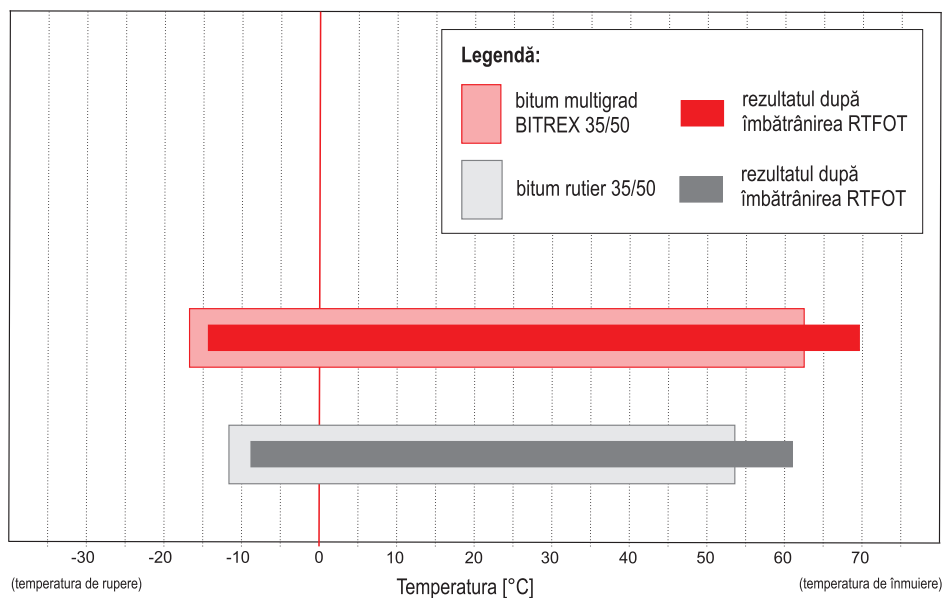


Figura 9.4. Compararea Intervalelor de Plasticitate a bitumului rutier 35/50 și a bitumului multigrad BITREX 35/50

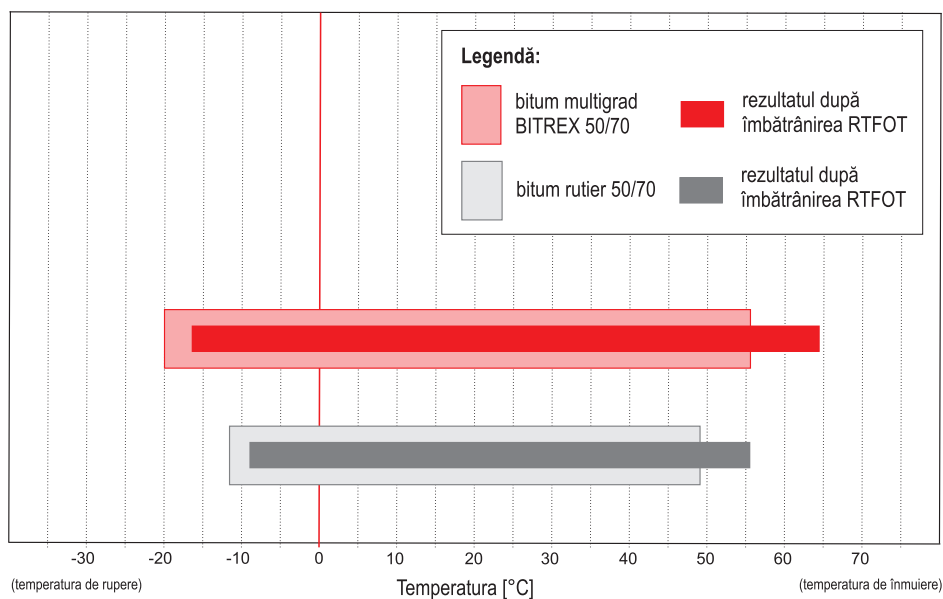


Figura 9.5. Compararea Intervalelor de Plasticitate a bitumului rutier 50/70 și a bitumului multigrad BITREX 50/70

Puteți găsi mai multe informații comparative pe tema acțiunii biturilor multigrad în mixturile asfaltice în capitolul 10.

10 REZULTATELE ÎNCERCĂRILOR ASUPRA BITUMURILOR DIN MIXTURILE ASFALTICE

10.1. Introducere

În capitolele 7, 8 și 9 din prezentul ghid sunt prezentate proprietățile fiecăruia dintre bitumurile rutiere, multigrad și modificate, produse de ORLEN Asphalt. Proprietățile prezentate ale bitumurilor, din motive evidente, trebuie să îndeplinească cerințele documentelor de referință corespunzătoare conform cărora sunt produse, și anume Normelor Europene în cazul bitumurilor rutiere și modificate ORBITON PMB și Aprobărilor Tehnice poloneze în cazul bitumurilor multigrad BITREX. Caracteristicile de mai sus permit într-un anumit grad clasificarea bitumurilor descrise conform rezistenței la factorii externi din mediul, în care vor funcționa: în tipul corespunzător de mixtură asfaltică (AC, SMA, MA etc.)¹ și în stratul în care aceasta se află (de exemplu stratul de uzură, stratul de legătură, stratul de bază bituminos).

Din punctul de vedere al administratorului, al proiectantului și al executantului drumului, cel mai important lucru este să se cunoască modul de comportare a bitumurilor în suprafața supusă condițiilor de funcționare efectivă în construcția rutieră sau condițiilor de simulare a acestei funcționări cu ajutorul testelor de laborator. Înțelegând că încercările asupra liantului sunt necesare și indispensabile, însă nu asigură cunoașterea deplină dorită de constructorii de drumuri, de mulți ani compania ORLEN Asphalt efectuează, de asemenea, analize de comportare a bitumurilor în mixturile asfaltice, analizând rezistența acestora atât la temperaturi joase, cât și la temperaturi ridicate.

10.2. Analiza rezistenței la ornieraj

Unul din parametrii mixturilor asfaltice este rezistența la ornieraj. Totuși, rolul liantului bituminos nu este dominant în asigurarea rezistenței suprafeței la deformările permanente, tipul de bitum ales corespunzător poate susține scheletul mineral din agregat. În acest capitol sunt prezentate rezultatele analizelor comparative de rezistență la ornieraj a mixturilor asfaltice efectuate în anii 2008-2012 de către ORLEN Asphalt. Încercările au fost efectuate conform EN 12697-22 *Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 22: Încercare de ornieraj.*

Condiții speciale de efectuare a analizei:

- efectuarea unei simulări a ornierajului cu utilizarea unui așa-zis „aparat mic”;
- analiza efectuată în aer, conform procedurii B;
- temperatura de analiză 60°C;
- numărul de cicluri de încărcare a probei – 10 000;
- grosimea plăcii pentru ornieraj 60 mm.

Rezultatele unor astfel de încercări sunt prezentate în continuare în acest capitol, pentru tipuri selectate de bitumuri modificate și multigrad. Bitumurile comparate sunt bitumurile rutiere cu duritate comparativă sau apropiată.

1) Marcare conform normelor EN 13108-1...7

Deoarece încărcarea admisă pe ax are în Polonia valori de 115 kN (11,5 tone), conform indicațiilor standardului EN 13108 a fost ales pentru încercare un aparat mic pentru ornieraj. În majoritatea indicațiilor poloneze pentru mixturile asfaltice, cerința pentru rezistența la ornieraj este stabilită numai pentru WTS_{AIR} , iar pentru PRD_{AIR} este folosită opțiunea „*menționați rezultatul*”.

10.2.1. Încercări comparative ale tuturor lianților utilizați în AC 16

În anul 2012 au fost efectuate încercări comparative pe aceeași mixtură de beton asfaltic AC 16 (BA16) pentru stratul de uzură conform EN 13108-1 cu utilizarea tuturor lianților rutieri pentru mixturi asfaltice la cald produși de ORLEN Asphalt. Au fost analizate:

- bitumuri rutiere conform EN 12591: 20/30, 35/50, 50/70, 70/100,
- bitumuri multigrad BITREX: 20/30, 35/50, 50/70,
- bitumuri modificate ORBITON PMB: 10/40-65, 25/55-60, 45/80-55, 45/80-65, 65/105-60.

Au fost comparați 12 lianți bituminoși din punctul de vedere al participării acestora la rezistența betonului bituminos la ornieraj. Rezultatele sub forma parametrilor PRD_{AIR} și WST_{AIR} sunt prezentate în figurile 10.1. și 10.2.

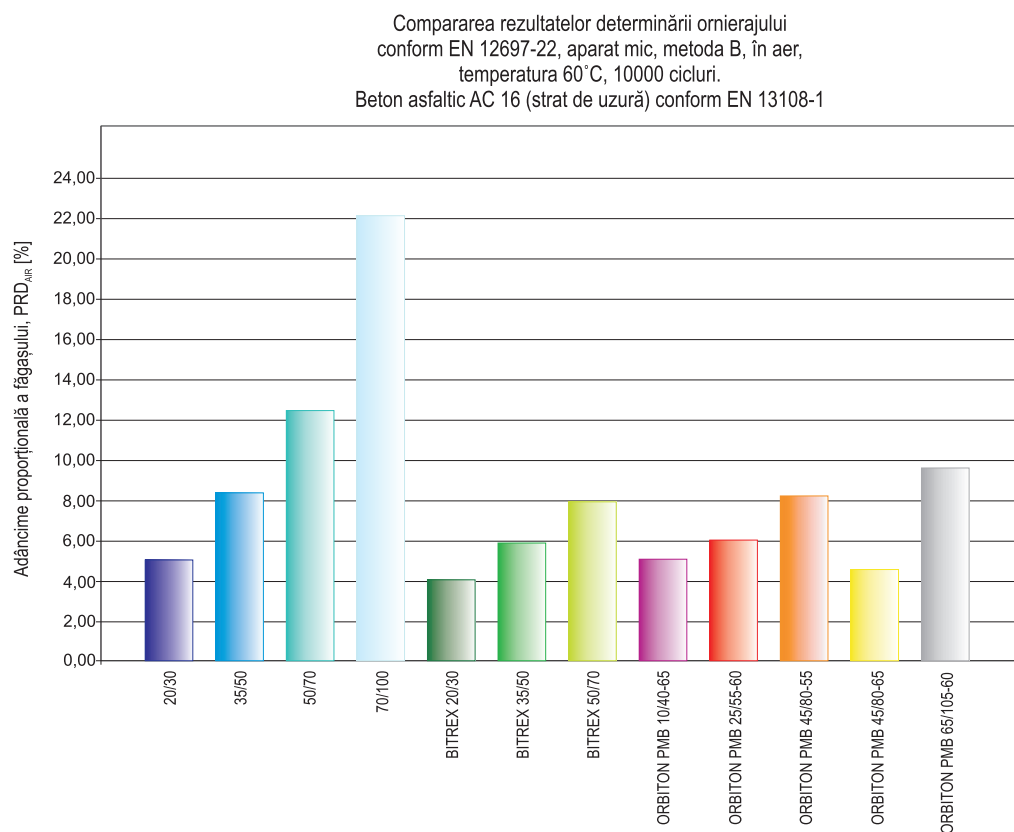


Figura 10.1. Rezultatele încercărilor comparative PRD_{AIR} pentru 12 lianți bituminoși produși de ORLEN Asphalt în 2012. Beton asfaltic AC 16.

Compararea rezultatelor determinării ornierajului
conform EN 12697-22, aparat mic, metoda B, în aer,
temperatura 60°C, 10000 cicluri.
Beton asfaltic AC 16 (strat de uzură) conform EN 13108-1

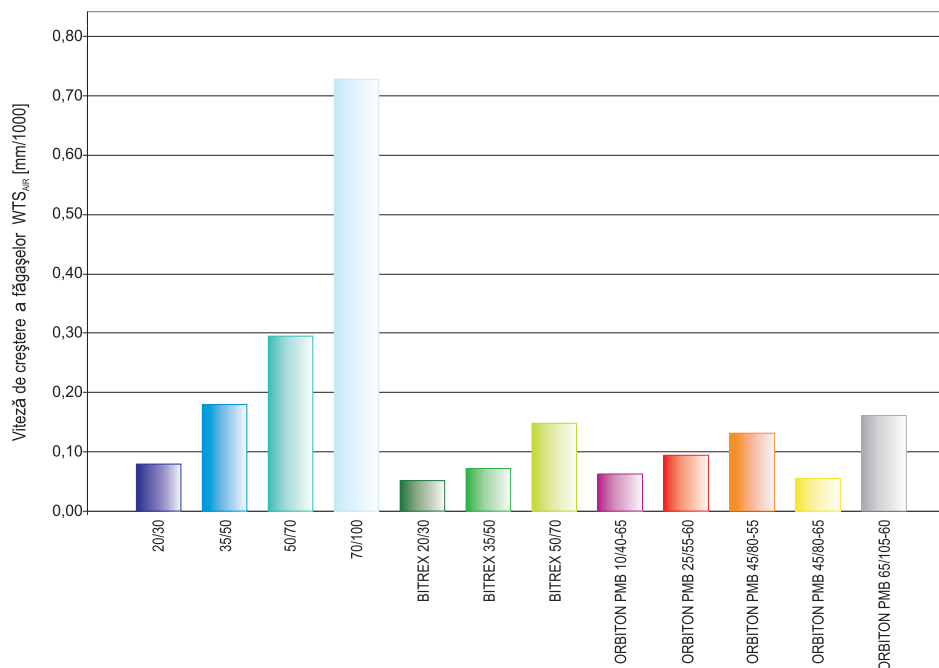


Figura 10.2. Rezultatele încercărilor comparative WTS_{AIR} pentru 12 lianți bituminoși produși de ORLEN Asphalt în 2012. Beton asfaltic AC 16.

Este vizibilă dependența rezistenței la ornieraj de duritatea și viscozitatea liantului. În mod evident, rezistența ridicată la ornieraj se obține din lianți foarte duri: bitum rutier 20/30, bitum multigrad BITREX 20/30 sau bitum modificat ORBITON PMB 10/40-65. Pe de altă parte, lianții cu o duritate nu foarte mare, dar cu o viscozitate relativ mare, această observație referindu-se în special la biturile modificate, prezintă proprietăți semnificativ mai bune față de biturile rutiere obișnuite.

10.2.2. Încercări comparative între lianți

Între anii 2008-2012 au fost efectuate încercări comparative între biturile rutiere și biturile multigrad și biturile modificate. Analizând rezultatele prezentate, trebuie reținut că acestea se referă la mixturi asfaltice concrete (diverse Analize de Tip) și nu este obligatoriu ca acestea să se repete pentru mixturi cu alte agregate, cu altă granulometrie, cu alt conținut de liant și alte caracteristici volumetrice. Scopul efectuării încercărilor a fost mai ales evaluarea contribuției diverselor bitumuri la rezistența la ornieraj.

10.2.2.1. ORBITON PMB 10/40-65

În figurile 10.3. și 10.4. sunt prezentate rezultatele încercărilor comparative ale betonului asfaltic AC 16, mixtură pentru stratul de uzură, cu bitum rutier 20/30 și bitum polimerizat 10/40-65.

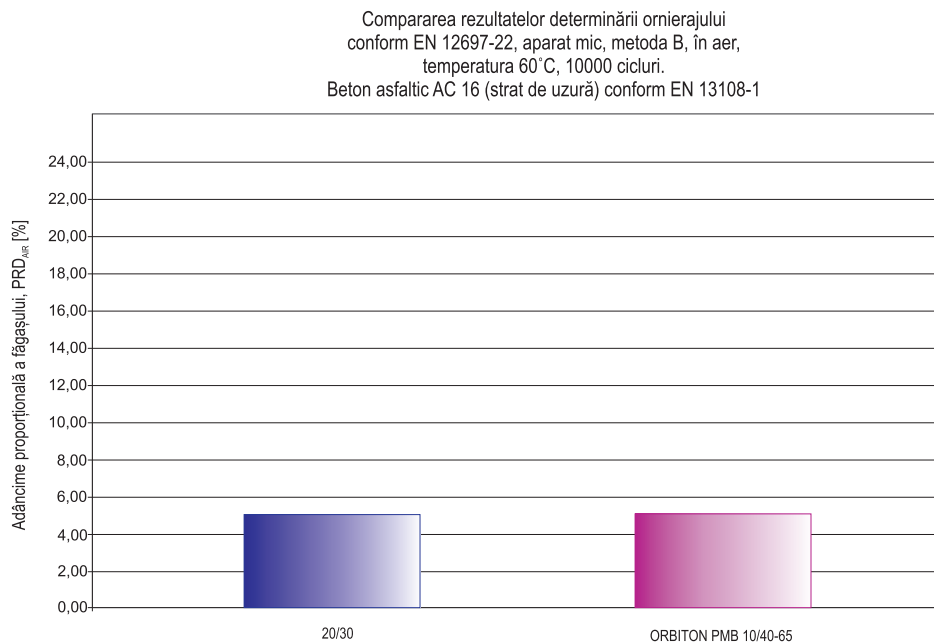


Figura 10.3. Rezultatele analizelor comparative a rezistenței la ornieraj (PRD_{AIR}) a bitumului rutier 20/30 cu bitumul modificat ORBITON PMB 10/40-65.

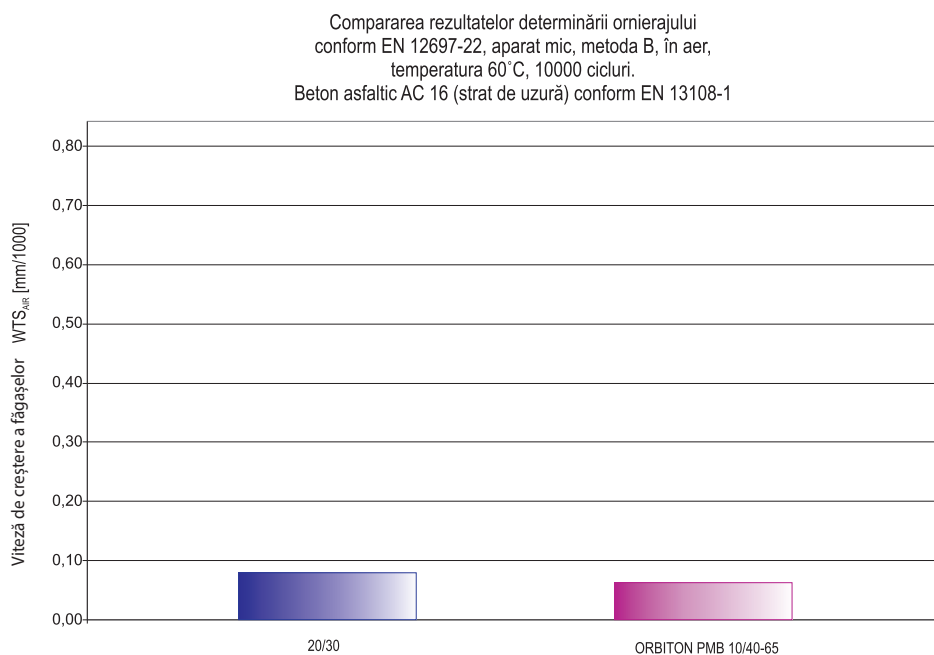


Figura 10.4. Rezultatele încercărilor comparative a rezistenței la ornieraj (WTS_{AIR}) a bitumului rutier 20/30 cu bitumul modificat ORBITON PMB 10/40-65.

10.2.2.2. ORBITON PMB 25/55-60

În figurile 10.5. și 10.6. sunt prezentate rezultatele încercărilor comparative ale betonului asfaltic AC 16, mixtură pentru stratul de uzură, cu bitum rutier 35/50 și bitum polimerizat ORBITON PMB 25/55-60. În cei mai importanți doi parametri în ornieraj, ORBITON PMB 25/55-60 prezintă foarte bune proprietăți comparativ cu bitumul rutier cu duritate similară (35/50).

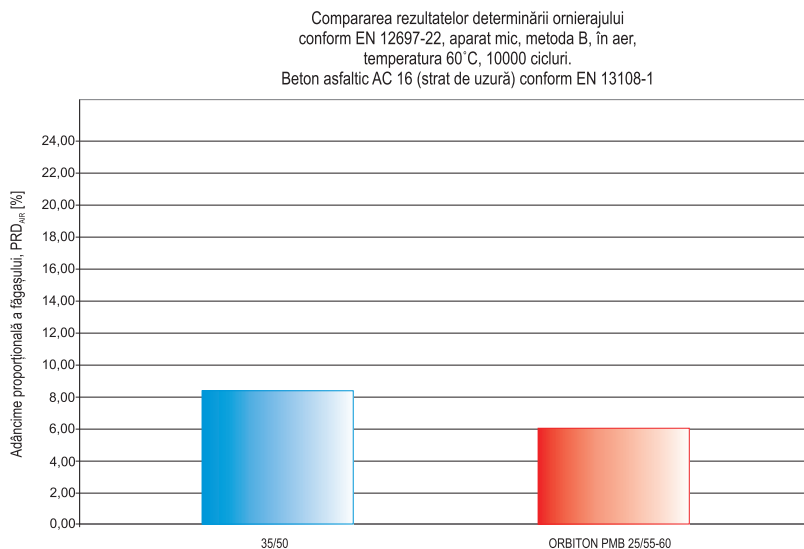


Figura 10.5. Rezultatele încercărilor comparative a rezistenței la ornieraj (PRD_{AIR}) a bitumului rutier 35/50 cu bitumul modificat ORBITON PMB 25/55-60

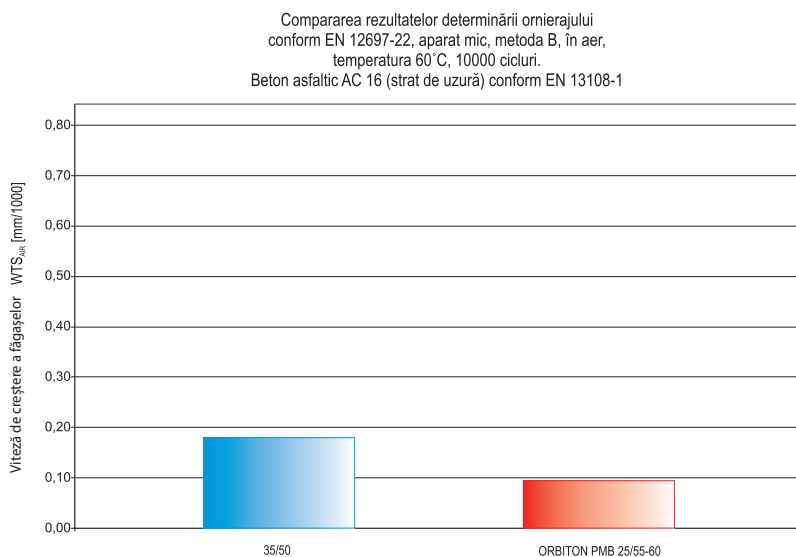


Figura 10.6. Rezultatele încercărilor comparative a rezistenței la ornieraj (WTS_{AIR}) a bitumului rutier 35/50 cu bitumul modificat ORBITON PMB 25/55-60

Rezultatele prezentate pentru bitumul modificat ORBITON PMB 25/55-60 se pot transpune în comportamentul PMB 25/55-65. Conform așa-zisei abordări de grup și a standardului EN 13108-1, acest bitum va avea o rezistență la orneraj cel puțin la fel de bună ca bitumul ORBITON PMB 25/55-60 prezentat.

10.2.2.3. ORBITON PMB 45/80-55

ORBITON PMB 45/80-55 este cel mai des întâlnit bitum modificat pentru straturile de uzură din Polonia. Se caracterizează prin proprietăți funcționale bune și prin ușurința de încorporare.

În figurile 10.7. și 10.8. sunt prezentate rezultatele determinărilor comparative asupra betonului asfaltic AC 16 (BA16) pentru strat de uzură cu bitum rutier 50/70 și bitum polimerizat ORBITON PMB 45/80-55. În cei mai importanți doi parametri în orneraj, ORBITON PMB 45/80-55 prezintă proprietăți incomparabil mai bune față de bitumul rutier cu duritate similară (50/70).

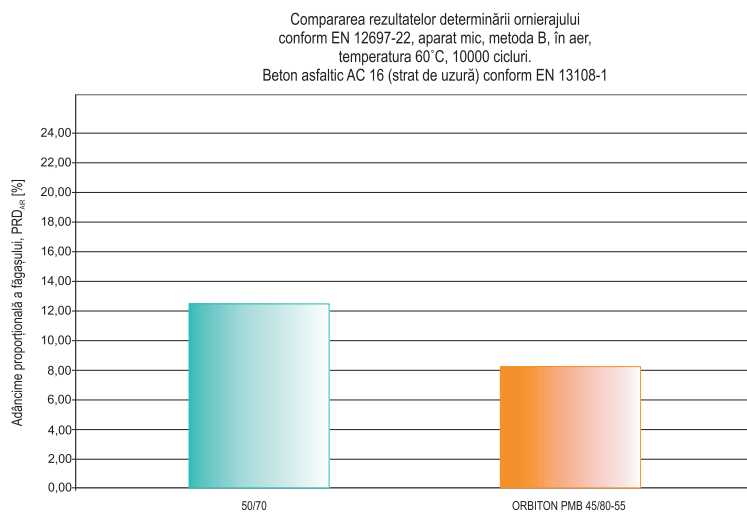


Figura 10.7. Rezultatele determinărilor comparative a rezistenței la orneraj (PRD_{AIR}) a bitumului rutier 50/70 cu bitumul modificat ORBITON PMB 45/80-55.

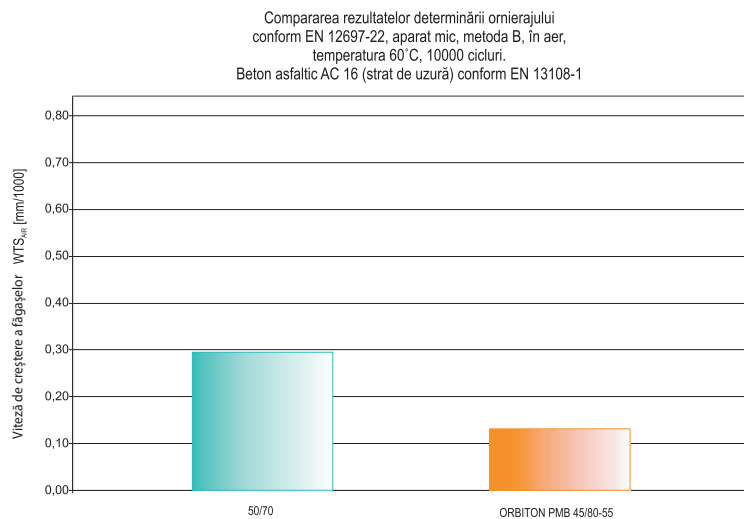


Figura 10.8. Rezultatele determinărilor comparative a rezistenței la orneraj (WTS_{AIR}) a bitumului rutier 50/70 cu bitumul modificat ORBITON PMB 45/80-55.

10.2.2.4. ORBITON PMB 45/80-65

ORBITON PMB 45/80-65 este un bitum modificat pentru straturi de uzură. Se caracterizează prin proprietăți funcționale foarte bune.

În figurile 10.9. și 10.10. sunt prezentate rezultatele încercărilor comparative asupra betonului asfaltic AC 16 (BA16) pentru strat de uzură, cu bitum rutier 50/70 și bitum polimerizat ORBITON PMB 45/80-65. În cei mai importanți doi parametri în orneraj, ORBITON PMB 45/80-65 prezintă proprietăți semnificativ mai bune, comparativ cu bitumul rutier cu duritate similară (50/70).

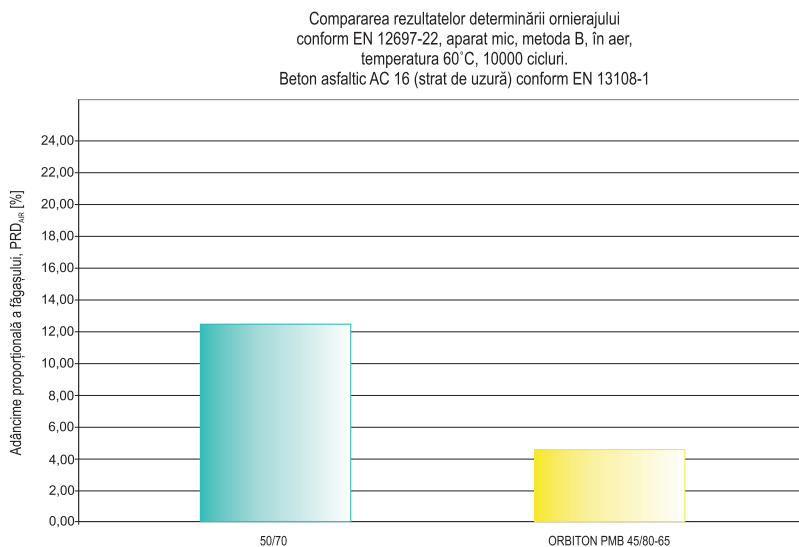


Figura 10.9. Rezultatele determinărilor comparative ale rezistenței la orneraj (PRD_{AIR}) a bitumului rutier 50/70 cu bitumul modificat ORBITON PMB 45/80-65.

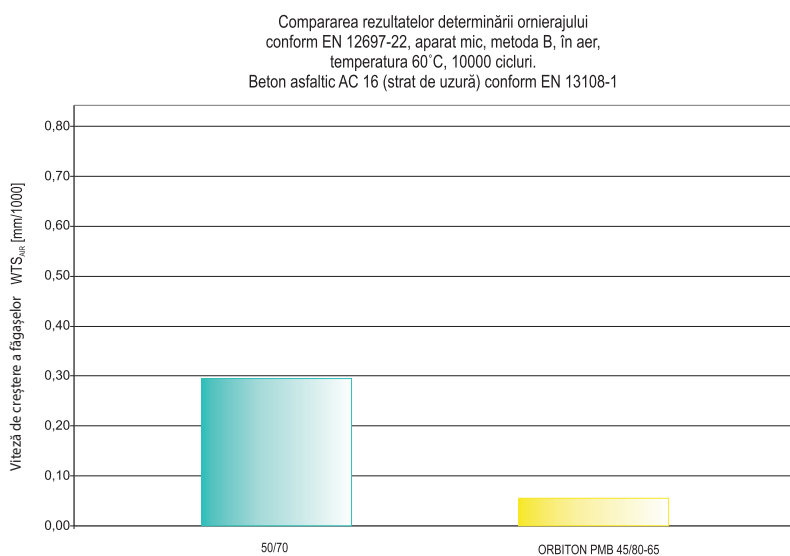


Figura 10.10. Rezultatele determinărilor comparative ale rezistenței la orneraj (WTS_{AIR}) a bitumului rutier 50/70 cu bitumul modificat ORBITON PMB 45/80-65.

10.2.2.5. ORBITON PMB 65/105-60

ORBITON PMB 65/105-60 este un bitum modificat moale, pentru straturile de uzură. Se caracterizează prin proprietăți foarte bune de ductilitate și elasticitate.

În figurile 10.11. și 10.12. sunt prezentate rezultatele încercărilor comparative asupra AC 16 (BA16) pentru stratul de uzură cu bitumurile rutiere 50/70 și 70/100 și bitum polimerizat ORBITON PMB 65/105-60. În cei mai importanți doi parametri în omieraj, ORBITON PMB 65/105-60 prezintă proprietăți semnificativ mai bune comparativ cu bitumurile rutiere cu duritate similară (50/70 și 70/100).

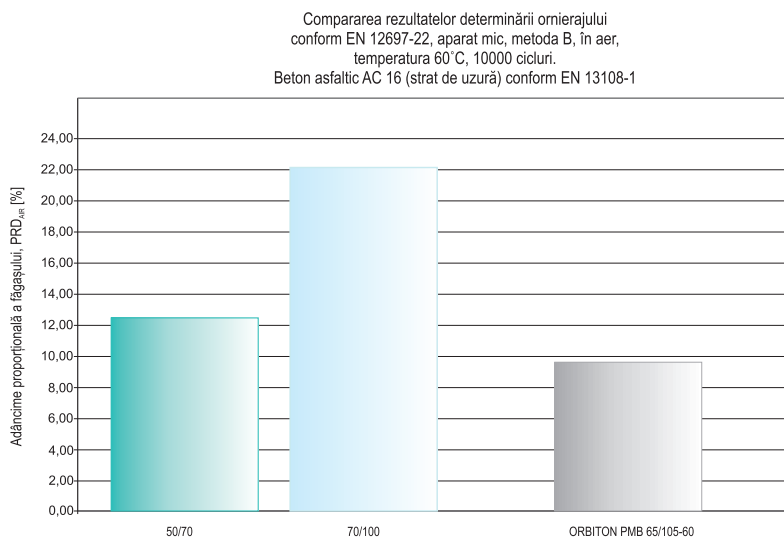


Figura 10.11. Rezultatele determinărilor comparative ale rezistenței la omieraj (PRD_{AIR}) a bitumurilor rutiere 50/70 și 70/100 cu bitumul modificat ORBITON PMB 65/105-60.

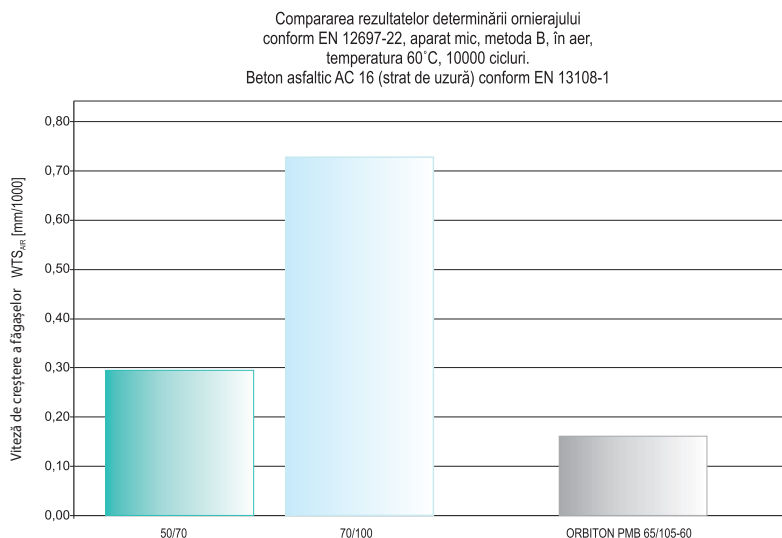


Figura 10.12. Rezultatele determinărilor comparative ale rezistenței la omieraj (WTS_{AIR}) a bitumurilor rutiere 50/70 și 70/100 cu bitumul modificat ORBITON PMB 65/105-60.

10.2.2.6. Bitum multigrad BITREX 20/30

În figurile 10.13. și 10.14. sunt prezentate rezultatele determinărilor comparative ale rezistenței la ornieraj a betonului asfaltic AC 16 (BA16) pentru stratul de uzură cu bitum rutier 20/30 și cu bitum multigrad BITREX 20/30. Este vizibil avantajul bitumului multigrad BITREX 20/30 față de bitumul rutier 20/30 ce rezultă nu numai dintr-o duritate mai mare, ci și dintr-o viscozitate mai mare la 60 °C.

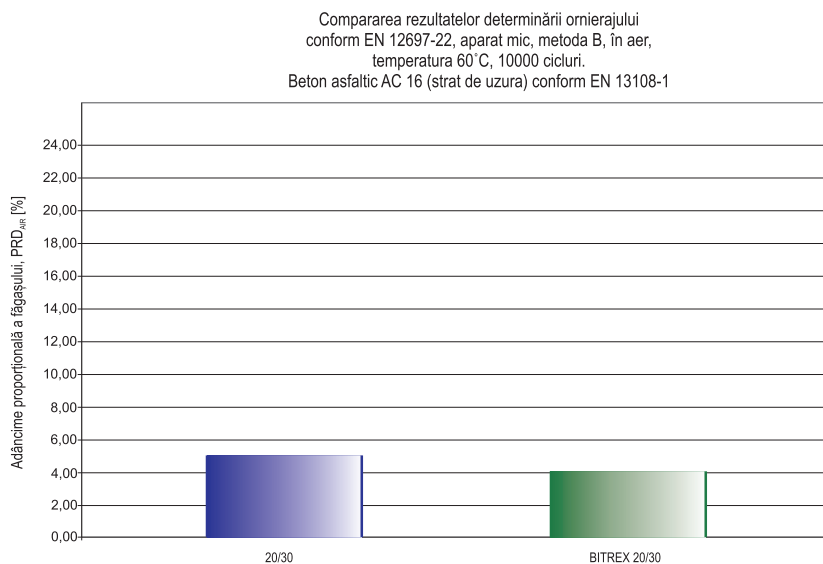


Figura 10.13. Rezultatele determinărilor comparative ale rezistenței la ornieraj (PRD_{AIR}) a betonului asfaltic AC 16 cu bitum rutier 20/30 și bitum multigrad BITREX 20/30

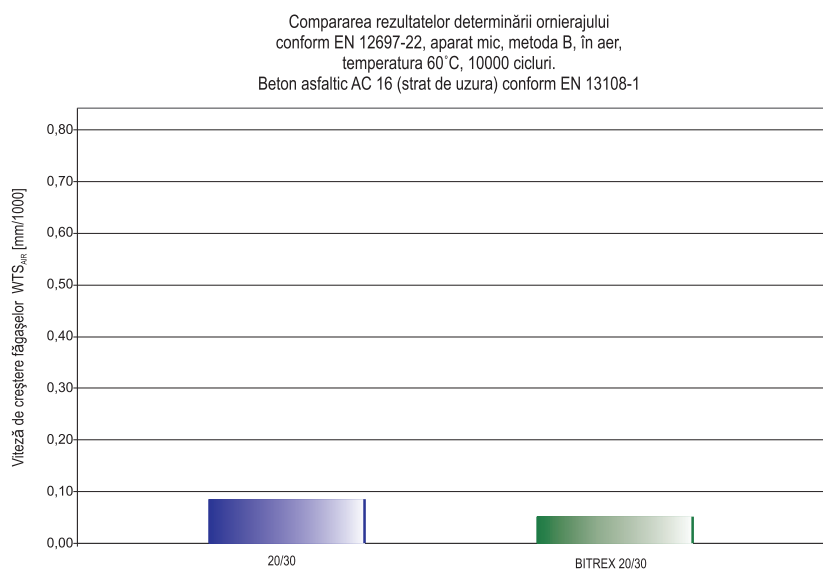


Figura 10.14. Rezultatele determinărilor comparative ale rezistenței la ornieraj (WTS_{AIR}) a betonului asfaltic AC 16 cu bitum rutier 20/30 și bitum multigrad BITREX 20/30

10.2.2.7. Bitum multigrad BITREX 35/50

În figurile 10.15. și 10.16. sunt prezentate rezultatele determinărilor comparative ale rezistenței la ornieraj a betonului asfaltic AC 16 cu bitum rutier 35/50 și bitum multigrad BITREX 35/50, și deci a bitumurilor cu duritate comparabilă. În acest caz diferența în avantajul bitumului multigrad rezultă dintr-o viscozitate mai bună a acestui bitum la 60°C.

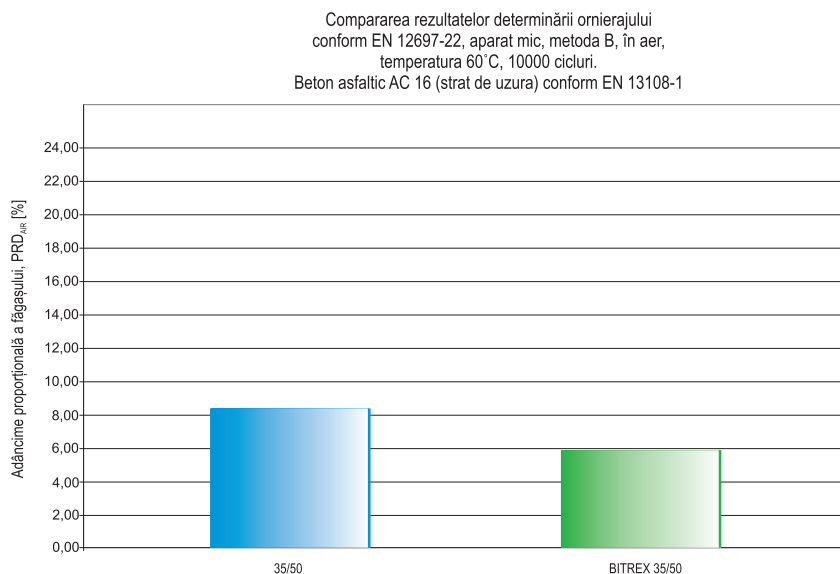


Figura 10.15. Rezultatele determinărilor comparative ale rezistenței la ornieraj (PRD_{AIR}) a betonului asfaltic AC 16 cu bitum rutier 35/50 și bitum multigrad BITREX 35/50

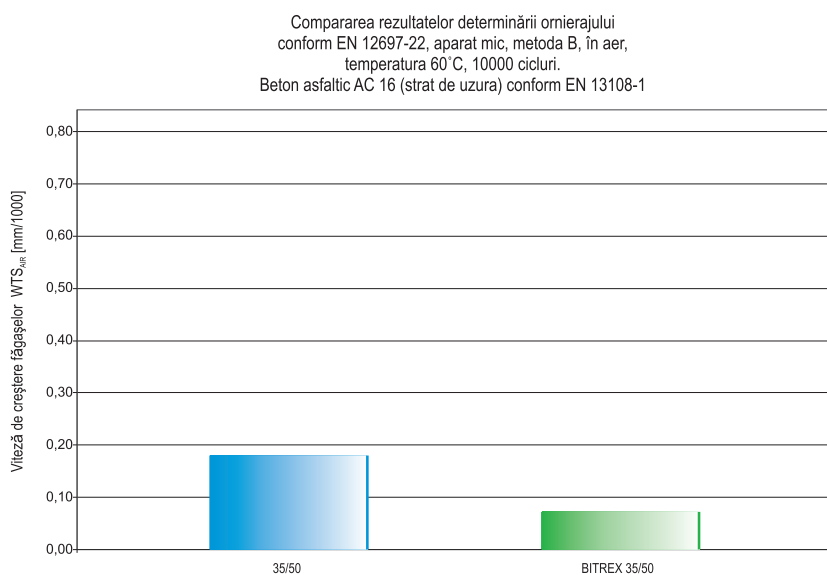


Figura 10.16. Rezultatele determinărilor comparative ale rezistenței la ornieraj (WTS_{AIR}) a betonului asfaltic AC 16 cu bitum rutier 35/50 și cu bitum multigrad BITREX 35/50

10.2.2.8. Bitum multigrad BITREX 50/70

Bitumul multigrad BITREX 50/70 este destinat pentru straturile de uzură. În figurile 10.17. și 10.18. sunt prezentate rezultatele determinărilor comparative ale rezistenței la ornieraj a betonului asfaltic AC 16 cu bitum rutier 50/70 și cu bitum multigrad BITREX 50/70, respectiv a biturilor cu duritate comparabilă. Utilizarea bitumului cu penetrație de 50/70 în straturile de uzură în structurile cu solicitări mai mari de trafic greu, trebuie să fie anticipată de încercările de rezistență a mixturii asfaltice la ornieraj. Rezultatele prezentate ale încercărilor indică faptul că o soluție mai bună este utilizarea bitumului multigrad BITREX 50/70, dar și în acest caz trebuie reținută efectuarea încercărilor de control.

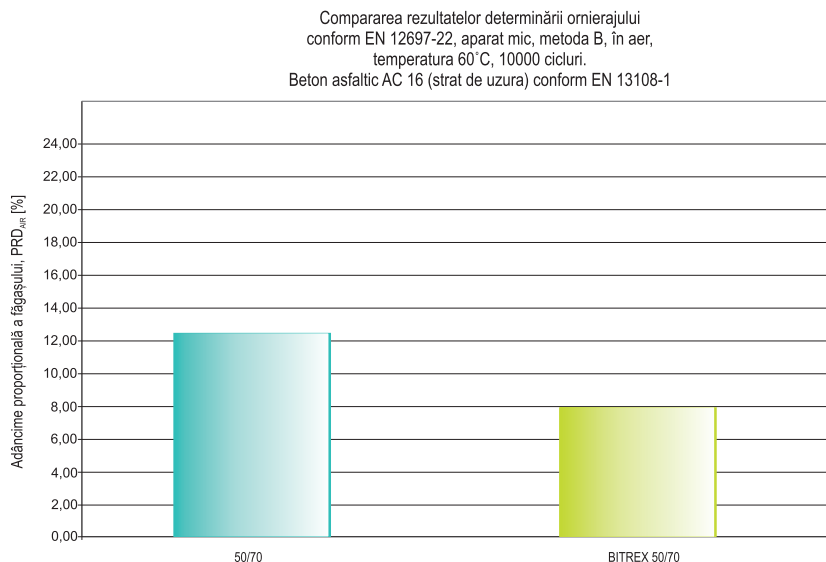


Figura 10.17. Rezultatele determinărilor comparative ale rezistenței la ornieraj (PRD_{AIR}) a betonului asfaltic AC 16 cu bitum rutier 50/70 și bitum multigrad BITREX 50/70

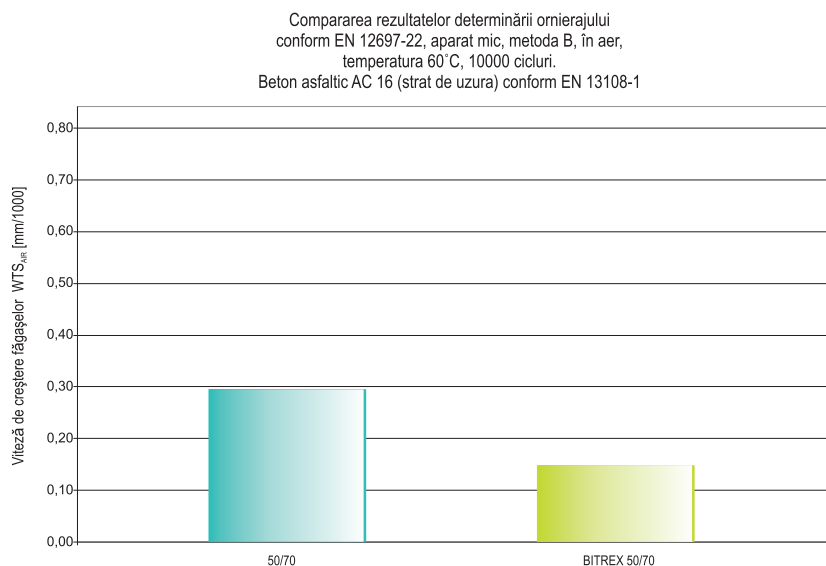


Figura 10.18. Rezultatele determinărilor comparative ale rezistenței la ornieraj (WTS_{AIR}) a betonului asfaltic AC 16 cu bitum rutier 50/70 și cu bitum multigrad BITREX 50/70

10.3. Încercările de determinare a rezistenței la fisurare la temperaturi joase

Determinarea rezistenței la orneraj verifică modul în care se comportă mixtura asfaltică proiectată în timpul solicitării la trafic la o temperatură relativ ridicată. Știm însă că suprafața suferă, de asemenea, deteriorări iarna, când temperatura scade sub 0°C. Fisurile de contracție, la temperaturi joase, care apar în timpul iernii, sunt cauza scurtării semnificative a ciclului de viață a structurii rutiere și generează costuri adiționale de reparații și etanșeizări.

În trecut erau folosite metode diferite de încercare pentru a răspunde la întrebarea în ce măsură este rezistentă mixtura asfaltică la fisurare. Din 2012 este disponibil un standard care include o serie de metode utile de încercare: EN 12697-46 *Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 46: Determinarea fisurării și proprietăților la temperaturi*. Dintre metodele disponibile în standard, la ORLEN Asphalt a fost aleasă metoda TSRST (eng.: *Thermal Stress Restrained Specimen Test*). Metoda TSRST este normată și în USA, ca AASHTO TP 10.

Principiul metodei TSRST constă în elaborarea unei probe sub forma unui cilindru sau a unui paralelipiped din mixtura asfaltică întărită (cel mai adesea tăiate din placă). Capetele probelor sunt lipite de un cadru rigid, nedeformabil și introduse într-o cameră criostatică. În timpul testului TSRST temperatura din cameră este redusă cu o viteză stabilă $dT = -10$ K/h. Ca rezultat al reducerii temperaturii, proba se contractă, însă fixarea de cadru nu permite deformarea probei, ceea ce conduce la apariția unui efort de întindere în probă, care duce la fisurarea acesteia. Ca rezultat al încercării se obțin următoarele valori: temperatura de fisurare $T_{failure}$, efort de fisurare $\sigma_{failure}$. Se notează și un efort de întindere în timpul încercării, în funcție de temperatură: $\sigma_{crit}(T)$.

10.3.1. Încercări comparative ale tuturor lianților efectuate pe AC 16

În anul 2012 au fost efectuate pe aceeași mixtură de beton asfaltic AC 16 conform EN 13108-1 încercări comparative cu utilizarea tuturor lianților rutieri pentru mixturi asfaltice la cald produși de ORLEN Asphalt. Au fost analizate:

- bitumuri rutiere conform EN 12591: 50/70, 70/100,
- bitumuri modificate ORBITON PMB: 10/40-65, 25/55-60, 45/80-55, 45/80-65, 65/105-60.

Au fost comparați 7 lianți bituminoși din punctul de vedere al participării acestora la asigurarea rezistenței la fisurare la temperaturi joase a betonului asfaltic. Rezultatele sub formă de temperatură de fisurare $T_{failure}$ și de efort la fisurare $\sigma_{failure}$ sunt prezentate în figurile 10.19. și 10.20.

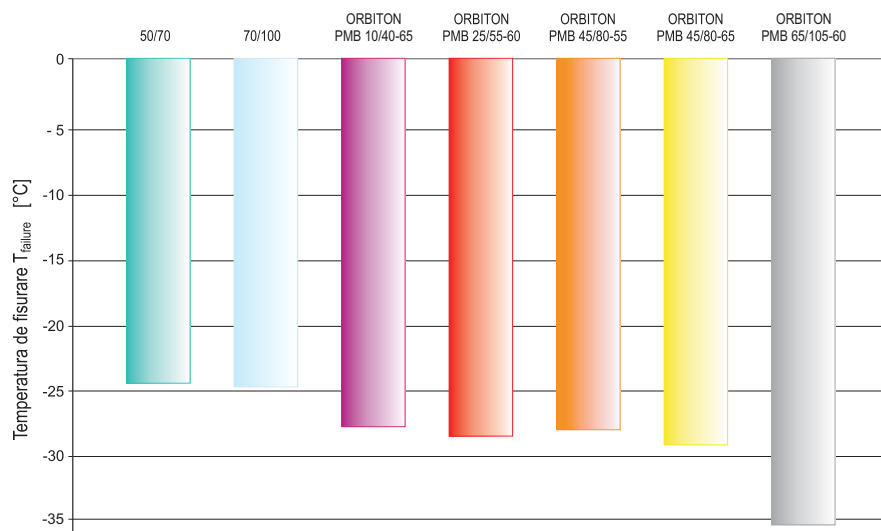


Figura 10.19. Rezultatele determinărilor comparative ale temperaturii de fisurare $T_{failure}$ pentru 7 lianți bituminoși produși de ORLEN Asphalt în 2012 – Beton asfaltic AC 16.

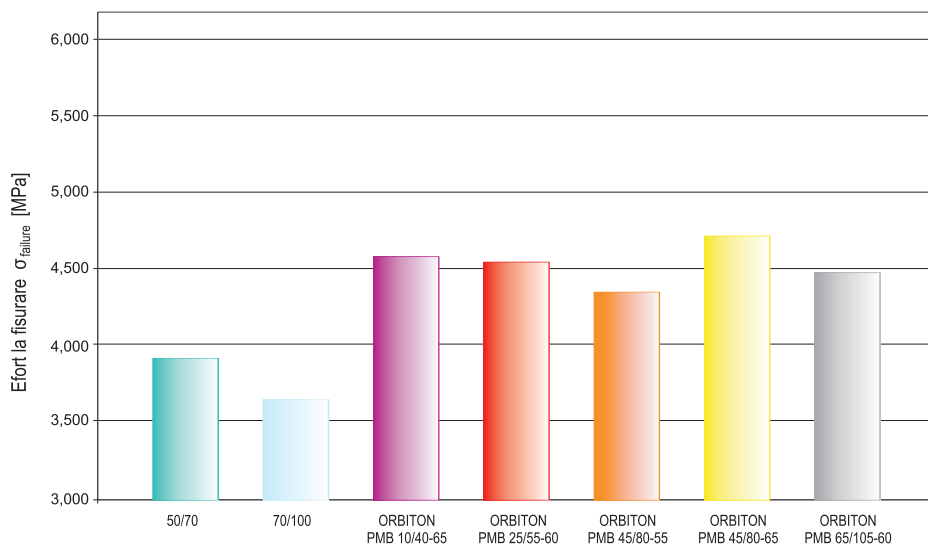


Figura 10.20. Rezultatele determinărilor comparative ale efortului la fisurare $\sigma_{failure}$ pentru 7 lianți bituminoși produși de ORLEN Asphalt în 2012 – Beton asfaltic AC 16.

Încercările au fost efectuate pe aceeași mixtură asfaltică AC 16, care a fost folosită și pentru testele de omieraj.

În figura 10.21. sunt prezentate comparativ graficele de variabilitate a efortului de întindere în timpul testului TSRST în funcție de temperatură – $\sigma_{crit}(T)$ pentru cinci lianți.

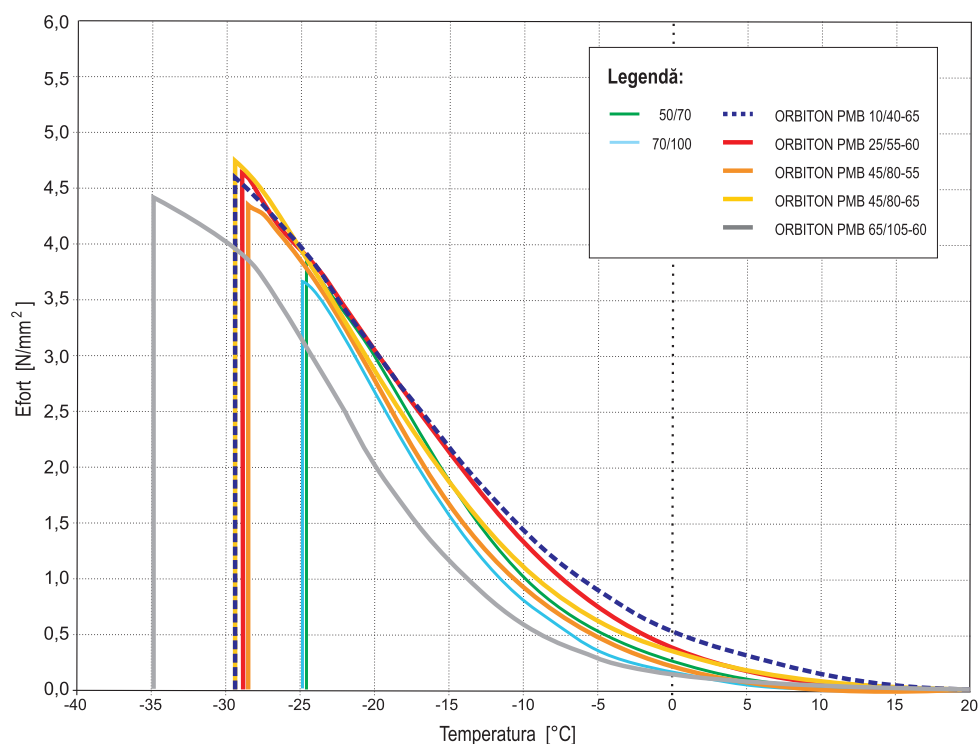


Figura 10.21. Rezultatele determinărilor comparative ale variabilității efortului de întindere în timpul testului TSRST în funcție de temperatură – $\sigma_{crit}(T)$ pentru 7 lianți bituminoși duri produși de ORLEN Asphalt în 2012. Beton asfaltic AC 16.

10.4. Rezumat

În partea anterioară a acestui capitol au fost prezentate separat rezultatele încercărilor comparative ale bitumurilor în teste de ornieraj și de fisurare la temperaturi joase. O parte a încercărilor prezentate a constituit un fragment al programului de cercetare a proprietăților funcționale ale lianților produși de ORLEN Asphalt.

Trebuie reținut că rezultatele prezentate se referă la o mixtură mineral-asfaltică și pot fi tratate doar ca un ajutor în alegerea tipului de liant pentru o anumită utilizare. În mod evident, valorile atinse ale parametrilor nu sunt garantate, deoarece acestea sunt funcție a mai multor factori, cum ar fi de exemplu granulația, conținutul liantului etc.

11 PROPRIETĂȚILE BITUMURILOR CONFORM SUPERPAVE

Departamentul de Tehnologie, Cercetare și Dezvoltare al ORLEN Asfalt a desfășurat între anii 2006-2012 încercări asupra proprietăților bitumurilor, utilizând metode de analiză conform procedurilor metodei americane Superpave (AASHTO MP1).

Au fost analizate mai multe tipuri selectate de bitumuri rutiere, multigrad și modificate cu polimeri.

11.1. Superpave

În anul 1987, în Statele Unite, a fost demarat un program de cercetare pe scară largă sub denumirea Program de Cercetare Strategic Rutier (Strategic Highway Research Program – SHRP). Unul din scopurile acestui program era crearea unui nou sistem de clasificare a lianților rutieri, direcționat către îndeplinirea de către aceștia a unor funcții bine precizate în îmbrăcămintea rutieră. Întregul sistem, împreună cu metoda de proiectare a mixturilor asfaltice, a fost denumit Superpave (**S**uperior **P**ERforming Asphalt **P**AVEments).

În urma introducerii sistemului Superpave, de mulți ani nu se mai folosesc în USA parametrii „clasici” precum penetrația, punctul de înmuiere etc. Baza clasificării lianților conform Superpave este intervalul de temperatură în care lucrează bitumul, denumit PG – **P**erformance **G**rade – tip funcțional.

Tipul funcțional de bitum este marcat cu „PG X-Y”, unde:

- X este temperatura maximă a suprafeței (sau „PG superior”),
- Y este temperatura minimă a suprafeței (sau „PG inferior”),

în care poate lucra corect bitumul respectiv. Se poate deci constata că tipul bitumului (tipul PG) care trebuie folosit este desemnat în principal de condițiile climaterice din zona în care urmează să fie construit drumul. Adițional se utilizează o corecție a PG-ului superior în funcție de volumul de trafic. În final, cu o gradare la fiecare 6°C obținem un set de PG superioare și inferioare (tabelul 11.1.)

Tabelul 11.1.

Seria de tipuri funcționale de PG

Temperatură ridicată („PG superior”)	Temperatură joasă („PG inferior”)
PG 46-	-34, -40, -46
PG 52-	-10, -16, -22, -28, -34, -40, -46
PG 58-	-16, -22, -28, -34, -40
PG 64-	-10, -16, -22, -28, -34, -40
PG 70-	-10, -16, -22, -28, -34, -40
PG 76-	-10, -16, -22, -28, -34
PG 82-	-10, -16, -22, -28, -34

Sistemul de analiză a lianților bituminoși pentru determinarea PG include încercări la temperaturi diferite, deoarece bitumul este un material termoplastic, deci își modifică proprietățile odată cu modificarea temperaturii. Modificarea acestor proprietăți se transpune în apariția anumitor tipuri de degradări ale suprafeței de rulare:

- temperatura ridicată a bitumului → deformări viscoplastice ale îmbrăcăminții,
- temperatura joasă a bitumului → fisuri de temperatură joasă ale îmbrăcăminții,
- temperatura intermediară a bitumului → distrugerii de uzură ale îmbrăcăminții datorate traficului de vehicule,

prin luarea în considerare a influenței îmbătrânirii tehnologice și de exploatare asupra bitumului. Temperaturile încercărilor concrete sunt în funcție de tipul funcțional de PG.

În urma creării sistemului Superpave au fost elaborate noi echipamente de încercare, care sunt acum utilizate pentru evaluarea proprietăților bitumului. În tabelul 11.2 sunt prezentate denumirile acestor echipamente și destinația lor.

Tabelul 11.2.

Noile echipamente de testare conform Superpave

Echipament	Destinație
Dynamic Shear Rheometer (DSR) – reometru de forfecare dinamică	Măsurarea proprietăților liantului la temperaturi medii și mari
Rotational Viscometer (RV) – viscozimetru rotativ	Măsurarea proprietăților liantului la temperaturile de producție a mixturii asfaltice
Bending Beam Rheometer (BBR) – reometru cu bară de încovoiere	Măsurarea proprietăților liantului la temperaturi joase
Direct Tension Test (DTT) – aparat de tracțiune directă	
Rolling Thin Film Oven Test (RTFOT) – uscător de strat subțire centrifugat	Simularea îmbătrânirii tehnologice (pe termen scurt)
Pressure Aging Vessel (PAV) – recipient de îmbătrânire sub presiune	Simularea îmbătrânirii de exploatare (pe termen lung)

11.2. Analiza proprietăților la temperaturi joase

Deteminarea punctului de rupere folosită în Europa prin metoda Fraass are o serie de puncte slabe și este criticată de mulți. În USA pentru analiza comportamentului bitumului la temperaturi joase se utilizează în primul rând reometrul cu bară de încovoiere BBR.

Analizând rezultatele testării în BBR evaluăm nivelul de rigidizare a bitumului la temperatură joasă. O rigiditate prea mare a bitumului la temperatură joasă este nefavorabilă, deoarece duce la apariția fisurilor. În metoda Superpave s-a admis că valoarea rigidității fluajului $S(T)$ nu poate fi mai mare de 300 MPa, fapt care ar trebui să asigure o rezistență corespunzătoare la fisurare. Valoarea parametrului m trebuie să fie mai mare de 0,300, ceea ce are legătură cu faptul că în bitumurile cu parametru ridicat m are loc o relaxare mai eficientă a eforturilor care apar în liant, în timpul scăderii temperaturii [1]. Au fost utilizați parametri ca în metoda originală Superpave, unde sunt analizați lianți supuși îmbătrânirii în RTFOT și PAV (pe termen scurt și lung).

În tabelul 11.3. sunt prezentate rezultatele determinării proprietăților la temperaturi joase în reometrul cu bară de încovoiere BBR (Bending Beam Rheometer) îmbătrâniți în RTFOT și PAV.

Parametrii analizei:

- Încercări la patru temperaturi: -10, -16, -22, -28 °C.
- Timpul de termostatare a probei: 60 min.
- Valori citite după o încărcare de 60 s: S(60s), m(60s) MPa

Tabelul 11.3.

Exemple de rezultate ale încercărilor pentru determinarea proprietăților la temperaturi joase a biturilor după îmbătrânire (RTFOT+PAV) în reometrul cu bară de încovoiere BBR

Tipul de bitum	Temperatura critică inferioară bitum fără îmbătrânire		Rigiditatea bitumului la temperatura de -16°C $S(T)_{-16}$ [MPa]
	Temperatura la $S(60) \leq 300$ MPa $T(S)_{60}$ [°C]	Temperatura la $m(60) \geq 0,3$ $T(m)_{60}$ [°C]	
	EN 14771 AASHTO PP 42	EN 14771 AASHTO PP 42	EN 14771 AASHTO PP 42
Rutier 20/30	-14,7	-8,1	370,5
Rutier 35/50	-15,4	-11,5	338,5
Rutier 50/70	-16,6	-15,0	294,0
Rutier 70/100	-16,9	-16,2	285,0
Multigrad BITREX 35/50	-25,4	-10,0	120,5
Multigrad BITREX 50/70	-27,4	-11,8	98,1
Modificat ORBITON PMB 10/40-65	-17,2	-8,6	271,5
Modificat ORBITON PMB 25/55-60	-16,9	-13,8	278,0
Modificat ORBITON PMB 45/80-55	-18,1	-16,9	242,0
Modificat ORBITON PMB 45/80-65	-18,3	-14,3	235,0
Modificat ORBITON PMB 65/105-60	-20,5	-20,6	172,3

Anumite tipuri de lianți rutieri indică valori prea mari de rigiditate a fluajului $S(T)$ sau o valoare prea mică a parametrului m în timpul analizării în aparatul BBR, totuși sunt rezistenți la fisuri care apar la temperaturi joase. Deci numai testul BBR nu decide utilitatea liantului la temperatură joasă. În acest scop a fost elaborat aparatul DTT (Direct Tension Test), în care se analizează capacitatea de elongație a liantului.

11.3. Analiza proprietăților la temperaturi ridicate și intermediare

Acest tip de analiză trebuie să răspundă la întrebarea care este capacitatea bitumului de a combate deformările viscoplastice ale suprafeței. Pentru încercări este folosit un aparat DSR – reometru de forfecare dinamică și metoda conform AASHTO M 320 sau ASTM D7175.

În încercarea DSR se stabilește rezistența la temperaturi ridicate:

- modulul compus de rigiditate G^* și unghiul de fază δ a bitumului înainte de îmbătrânirea RTFOT,
- modulul compus de rigiditate G^* și unghiul de fază δ a bitumului după îmbătrânirea RTFOT.

Cerința pentru rezultatul din DSR este:

- $G^*/\sin\delta \geq 1.00$ kPa pentru bitum înainte de îmbătrânire,
- $G^*/\sin\delta \geq 2.20$ kPa pentru bitum după îmbătrânire în aparatul RTFOT.

Următorul mecanism de degradare a îmbrăcăminții este oboseala. Încercarea care verifică rezistența liantului la apariția fisurilor din cauza uzurii utilizează, de asemenea, aparatul DSR. Încercarea este efectuată la temperatură intermediară (în funcție de tipul PG) și are ca scop să verifice dacă modulul compus G^* nu este prea ridicat, adică dacă suprafața nu este prea rigidă. Cerințele limitează rigiditatea $G^*\sin\delta$ la maximum 5000 kPa (în versiunea mai recentă a sistemului PG cerința a fost ridicată la 6000 kPa).

În tabelul 11.4 sunt prezentate rezultatele încercărilor efectuate pentru determinarea proprietăților în reometrul de forfecare dinamică DSR. Parametrii analizei:

- modulul compus de rigiditate G^* și unghiul de fază δ a bitumului înainte de îmbătrânire pentru determinarea temperaturii critice la $G^*/\sin\delta=1$ kPa,
- modulul compus de rigiditate G^* și unghiul de fază δ a bitumului după îmbătrânirea RTFOT pentru determinarea temperaturii critice la $G^*/\sin\delta=2,2$ kPa,
- modulul compus de rigiditate G^* și unghiul de fază δ a bitumului după îmbătrânirea PAV pentru determinarea temperaturii critice la $G^*\cdot\sin\delta=5000$ kPa,
- conversia frecvenței de la 0,1 la 10 Hz la temperatura de 60°C pentru modulul compus de rigiditate G^* și unghiul de fază δ .

Tabelul 11.4.

Rezultatele încercărilor efectuate pentru determinarea proprietăților bitumurilor în reometrul de forfecare dinamică DSR. Valorile încercărilor asupra bitumurilor din anul 2010.

Tip de bitum rutier	Temperatura critică la $G^*/\sin\delta=1$ kPa bitum înainte de îmbătrânire	Temperatura critică la $G^*/\sin\delta=2,2$ kPa bitum după RTFOT	Temperatura critică la $G^*\cdot\sin\delta=5000$ kPa bitum după PAV
	AASHTO T 315	AASHTO T 315	AASHTO T 315
Rutier 20/30	83,7	84,7	26,0
Rutier 35/50	73,2	74,2	23,1
Rutier 50/70	67,7	67,8	20,5
Rutier 70/100	63,4	63,6	19,1
Multigrad BITREX 35/50	81,4	84,9	13,4
Multigrad BITREX 50/70	71,1	74,7	10,4
Modificat ORBITON PMB 10/40-65	88,5	83,8	19,5
Modificat ORBITON PMB 25/55-60	83,1	80,5	22,0
Modificat ORBITON PMB 45/80-55	74,5	72,9	17,7
Modificat ORBITON PMB 45/80-65	83,2	77,7	17,6
Modificat ORBITON PMB 65/105-60	74,9	69,2	13,6

Rezultatele determinării temperaturii critice la parametrii $G^*/\sin\delta \geq 1$ kPa pentru bitum înainte de îmbătrânire și $G^*/\sin\delta \geq 2,2$ kPa pentru bitum după îmbătrânirea RTFOT indică rezistența bitumului la deformări permanente, respectiv contribuția presupusă a liantului la rezistența mixturii asfaltice la orniere. În prezent, însă, această interdependență este pusă sub semnul întrebării în cazul bitumurilor utilizate la îmbrăcămințile care susțin trafic greu și lent (vezi p. 11.3).

Rezultatele determinării temperaturii critice a parametrului $G^* \sin \delta \leq 5000$ kPa se referă la rezistența la uzură a îmbrăcăminții cu bitumul dat. Se utilizează bitumul după îmbătrânirea prin metodele RTFOT+PAV. În noua specificație „sistem PG”, bazată pe testul MSCR și care intră treptat în uz în USA, această valoare a fost ridicată la 6000 kPa.

În figura 11.1 este prezentată curba Black pentru bitumurile analizate. În figurile 11.2-11.6 sunt prezentate curbele modulului compus de rigiditate G^* și ale unghiului de fază δ în funcție de frecvență. Încercările au fost efectuate în intervalul de frecvență $0,1 \div 10$ Hz pentru temperatura $-10, 0, 10, 25, 40, 60, 70^\circ\text{C}$, iar apoi, utilizând metoda de superpoziție a temperaturii și frecvenței, au fost obținute curbe pentru temperatura de 25 și 60°C .

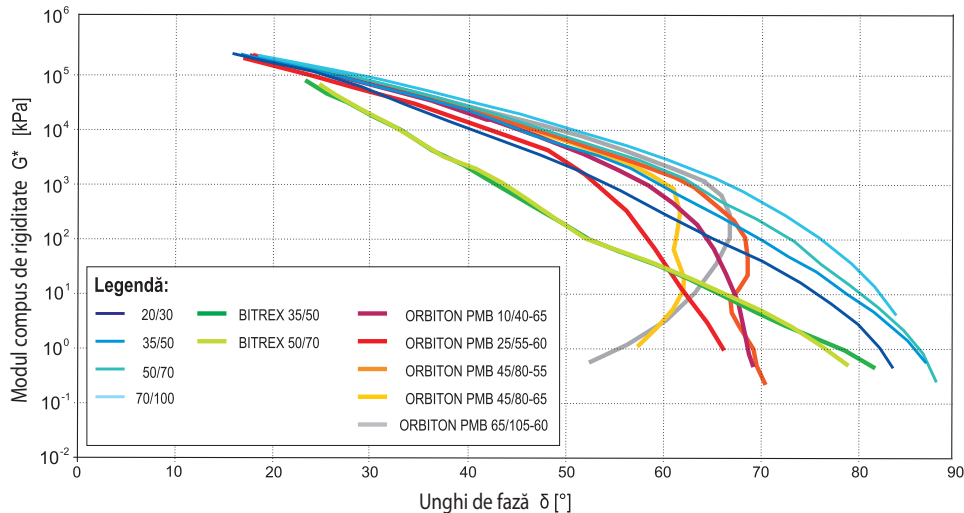


Figura 11.1. Curba Black pentru bitumuri înainte de îmbătrânire

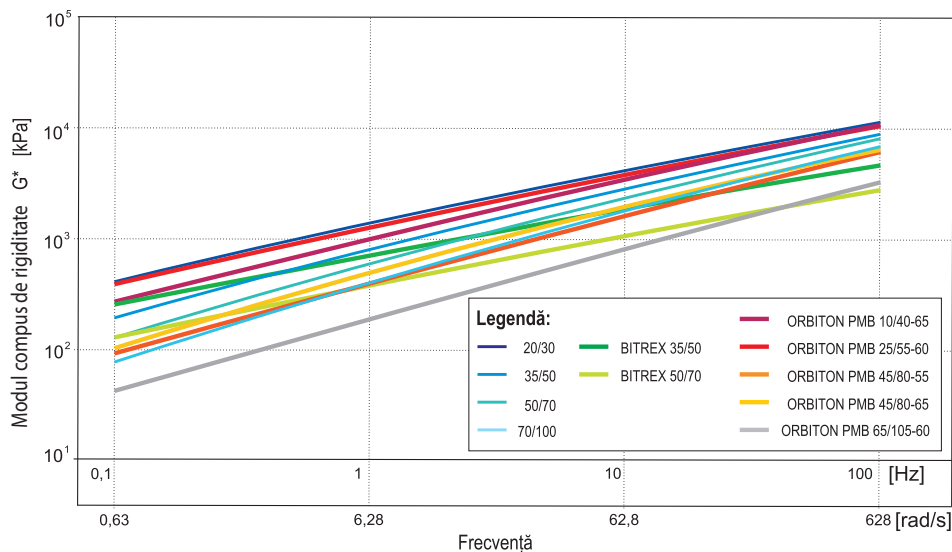


Figura 11.2. Curba modulului compus de rigiditate G^* în funcție de frecvență pentru bitumuri înainte de îmbătrânire: rutiere 20/30, 35/50, 50/70 și 70/100, multigrad BITREX 35/50 și 50/70, modificate ORBITON 10/40-65, 25/55-60, 45/80-55, 45/80-65 și 65/105-60. Conversia în intervalul de frecvență de la 0,1 la 10 Hz, superpoziția până la 25°C .

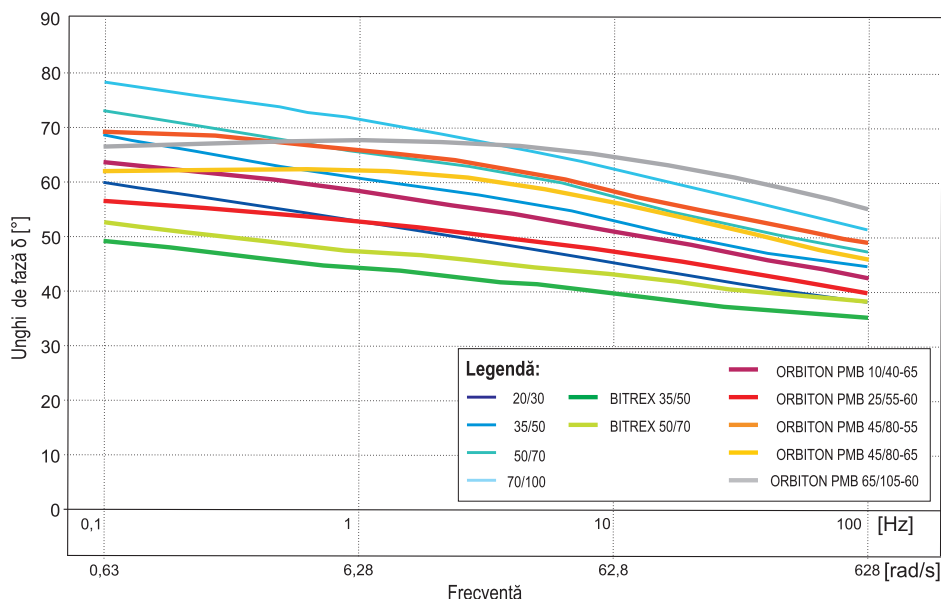


Figura 11.3. Curba unghiului de fază δ în funcție de frecvența pentru bitumuri înainte de îmbătrânire: rutiere 20/30, 35/50, 50/70 și 70/100, multigrad BITREX 35/50 și 50/70, modificate ORBITON 10/40-65, 25/55-60, 45/80-55, 45/80-65 și 65/105-60. Conversia în intervalul de frecvență de la 0,1 la 10 Hz, superpoziția până la 25°C.

11.4. Încercarea MSCR (Multiple Stress Creep Recovery test)

Esența efectuării testului **MSCR** (Multiple Stress Creep Recovery test) (Test de Întindere, Fluaj și Revenire Multiplă) este o măsură a anumitor proprietăți ale liantului la temperaturi joase și intermediare în scopul determinării (printre altele) a rezistenței mixturii asfaltice cu acest liant la deformările permanente (ornieraj).

Încercarea MSCR se efectuează conform cu normele: AASHTO TP 70: *Standard Method of Test for Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR)* și ASTM D7405: *Standard Test Method for Multiple Stress Creep and Recovery (MSCR) of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer*.

Testul are ca scop înlocuirea unor analize adiționale ale bitumurilor modificate definite în așa-numitul „PG Plus”: revenirea elastică (*eng.: elastic recovery*), tracțiune cu măsurarea forței (*eng.: force ductility*), ductilitate și rezistență (*eng.: toughness and tenacity*).

În timpul efectuării testului MSCR sunt analizate următoarele mecanisme:

- mecanismul de „îndoire” (fluaj) a probei de liant – în cursul unei încărcări aplicate timp de 1 secundă
- mecanismul de „revenire” a probei de liant – în timpul unei detensionări de 9 secunde (după îndepărtarea încărcării aplicate)

Încercarea se desfășoară la două valori ale încărcării aplicate: 0,1 kPa și 3,2 kPa și, de obicei, la temperaturile superioare la care trebuie să lucreze suprafața executată din mixturi asfaltice cu utilizarea liantului analizat. În urma analizei desfășurate se obțin două perechi de rezultate: așa-numitul parametru J_{nr} (*eng.: creep compliance*) în $[kPa^{-1}]$ și revenirea procentuală R exprimată în [%] la două valori ale tensiunii aplicate la 0,1 kPa și 3,2 kPa.

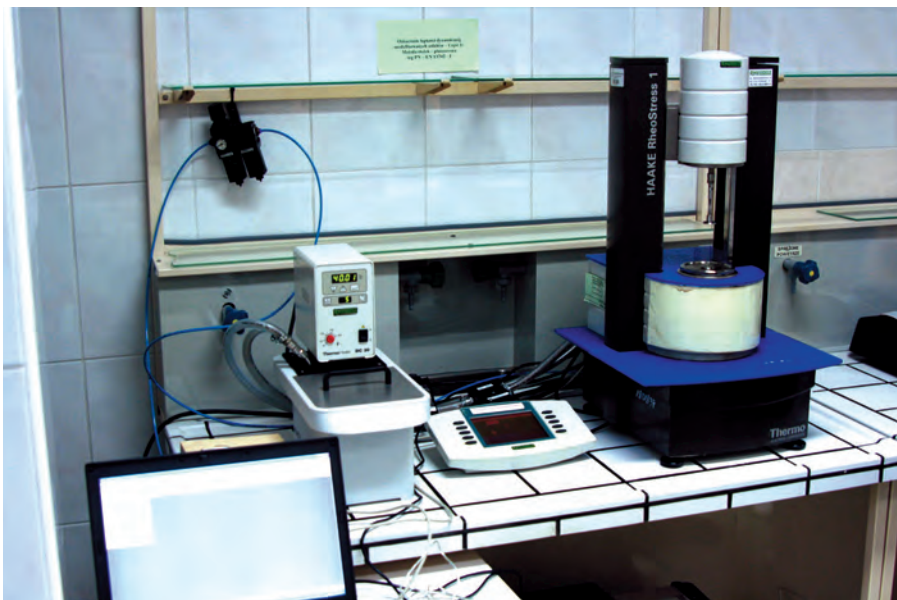


Figura 11.4. Vedere de ansamblu a aparaturii de încercare MSCR cu o probă de bitum amplasată
(fot. ORLEN Asfalt sp. z o.o. mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

În figurile 11.5 și 11.6 sunt prezentate rezultatele încercării diverselor bitumuri ale ORLEN Asfalt prin metoda MSCR. În ambele figuri au fost delimitate cu o linie suprafețele bitumurilor modificate (adică ale lianților ce îndeplinesc cerințele referitoare la bitumurile modificate în sfera revenirii R corelate cu intervalele valorilor Jnr 3,2 kPa).

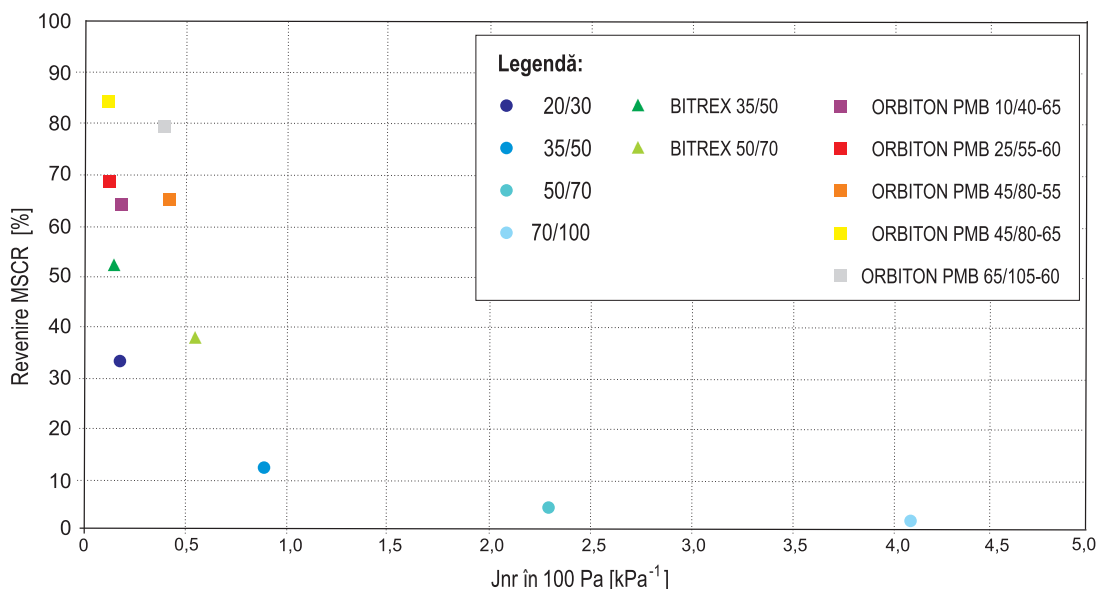


Figura 11.5. Prezentarea rezultatelor bitumurilor pe graficul MSCR: revenirea R în funcția Jnr la sarcina 0,1 kPa

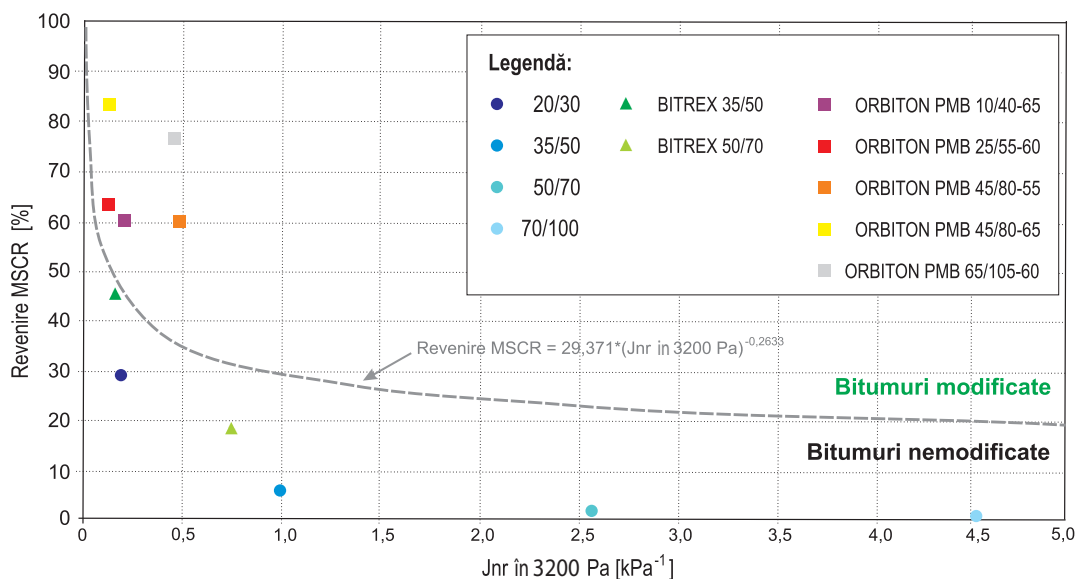


Figura 11.6. Prezentarea rezultatelor bitumurilor pe graficul MSCR: revenirea R în funcția Jnr la o sarcină de 3,2 kPa

În cel mai recent sistem PG, bazat pe analiza MSCR, au fost introduse marcaje adiționale ale lianților, în funcție de volumul traficului rutier (tabelul 11.5.), pe care îl suportă suprafața respectivă.

Tabel 11.5.

Marcajele lianților și cerințele referitoare la volumul de trafic și caracteristicile acestuia

Marcarea traficului	Încărcare (numărul de axe echivalente standard și condițiile de trafic)	Cerințe privind liantul la temperatura superioară PG	
		Cerință pentru Jnr 3,2	Cerință adițională pentru Jnr diff (eng. Stress sensitivity parameter*)
S – standard (eng. Standard)	< 10 milioane de axe și trafic standard	≤ 4,0	≤ 75%
H – greu (eng. Heavy)	10-30 milioane de axe sau trafic lent	≤ 2,0	
V – foarte greu (eng. Very Heavy)	>30 milioane de axe sau vehicule în staționare	≤ 1,0	
E – extrem (eng. Extreme)	>30 milioane de axe și vehicule în staționare	≤ 0,5	

*) coeficient de sensibilitate a liantului la modificarea tensiunii (eng.: Stress sensitivity parameter)

$$J_{nr,diff} = \frac{(J_{nr,3.2kPa} - J_{nr,0.1kPa})}{J_{nr,0.1kPa}} \cdot 100$$

11.5. Clasificarea biturilor ORLEN Asphalt conform sistemului PG

Clasele de bitumuri rutiere stabilite conform sistemului PG sunt prezentate în tabelul 11.6.

Tabelul 11.6.

Clasificarea biturilor rutiere conform PG (Încercări ale biturilor din anii 2010-2012)

Tipul de bitum	PG grade conform AASHTO MP 1
Rutier 20/30	82-16
Rutier 35/50	70-16
Rutier 50/70	64-22
Rutier 70/100	58-22
Multigrad BITREX 35/50	82-16
Multigrad BITREX 50/70	70-16
Modificat ORBITON PMB 10/40-65	82-16
Modificat ORBITON PMB 25/55-60	76-22
Modificat ORBITON PMB 45/80-55	70-22
Modificat ORBITON PMB 45/80-65	76-22
Modificat ORBITON PMB 65/105-60	64-28

În tabelul 11.7. au fost prezentate rezultatele clasificării tuturor biturilor în raport cu volumul de trafic la temperatura „PG-ului superior”: 58°C, 64°C, 70°C. Datele se referă la analizele efectuate în anul 2012.

Tabelul 11.7.

Clasificarea biturilor rutiere conform volumului de trafic (Încercări ale biturilor efectuate în anul 2012)

Tipul de bitum	clasificare pentru trafic la temperatura „PG-ului superior”	
	58°C	64°C
Rutier 20/30	*	E
Rutier 35/50	*	V
Rutier 50/70	V	S
Rutier 70/100	S	**
Multigrad BITREX 35/50	*	E
Multigrad BITREX 50/70	*	V
Modificat ORBITON PMB 10/40-65	*	E
Modificat ORBITON PMB 25/55-60	E	E
Modificat ORBITON PMB 45/80-55	E	E
Modificat ORBITON PMB 45/80-65	*	E
Modificat ORBITON PMB 65/105-60	*	E
* nu a fost testat ** neclasificate		

Rezultatele publicate trebuie studiate sub rezerva că acestea sunt rezultate ale unor analize exemplificative și nu reprezintă valori tipice atinse în decursul întregului (și fiecăru) sezon de producție. În mod evident, acestea nu sunt valori garantate de ORLEN Asphalt sp. z o.o.

12

TEHNOLOGIA DE UTILIZARE A BITUMURILOR

Utilizarea lianților bituminoși necesită înainte de toate cunoștințe referitoare la temperaturile tehnologice optime și la condițiile de pregătire a probelor de bitum. În cele ce urmează sunt prezentate o serie de informații utile pentru angajații laboratoarelor și pentru diviziile tehnologice ale companiilor rutiere.

În tabelul 12.2 sunt prezentate toate informațiile de bază referitoare la temperaturile tehnologice de utilizare a bitumurilor produse de ORLEN Asphalt.

12.1. Sugestii de laborator

12.1.1. Stabilirea temperaturilor tehnologice

Bitumurile se diferențiază prin intervalul de viscozitate caracteristică la temperaturi de 60-165°C (intervalul cel mai des analizat). Rezultatele viscozității obținute pentru bitumul produs la rafinărie și nesupus îmbătrânirii vor fi întotdeauna diferite față de rezultatele bitumurilor după îmbătrânire. În urma îmbătrânirii bitumul se întărește, iar viscozitatea sa crește. Simularea acestui fenomen în intervalul de îmbătrânire tehnologică (pe termen scurt) are loc în laborator în aparatul RTFOT, iar pentru îmbătrânirea de exploatare (pe termen lung) în aparatul PAV.

Curba dependenței viscozitate-temperatură după îmbătrânirea tehnologică (RTFOT) nu coincide cu curba caracteristică pentru bitumul neîmbătrânit, fiind deplasată în direcția viscozităților mai mari. Acest lucru înseamnă că temperaturile tehnologice trebuie să fie stabilite pe baza analizei viscozității bitumului atât înainte, cât și după îmbătrânirea RTFOT. Aceste date au fost menționate la capitolele 7-9, separat pentru fiecare liant.

Pentru majoritatea proceselor tehnologice importante se cunoaște viscozitatea optimă sau intervalul de viscozitate și pe această bază pot fi stabilite temperaturile tehnologice optime. Aceasta este bineînțeles una dintre metodele de stabilire a temperaturilor tehnologice, o altă metodă poate fi găsită de exemplu în revista americană „*Mixing and Compaction Temperatures of Asphalt Binders in Hot-Mix Asphalt*” [3].

La ORLEN Asphalt, pentru determinarea temperaturii de introducere a bitumului și de acoperire a agregatului cu bitum, folosim rezultatele încercărilor efectuate asupra bitumului *înainte de îmbătrânire*, deoarece aceste procese tehnologice au loc înainte de contactul stratului subțire de liant cu suprafața agregatului fierbinte (înainte de începerea îmbătrânirii tehnologice principale). Pentru determinarea temperaturii de început și de sfârșit a întăririi mixturii asfaltice pe șantier trebuie utilizate rezultatele determinării viscozității bitumului *după îmbătrânire* (metoda RTFOT). În procesul real de producție a mixturii asfaltice, după etapa amestecării la umed a componentelor (agregatul și bitumul), urmează o perioadă de păstrare a mixturii calde în siloz și transportul acesteia pe șantier. De obicei, această etapă durează între câteva zeci de minute și câteva ore. În acest timp, bitumul se află pe agregat fierbinte și are loc îmbătrânirea acestuia – evaporarea componentelor mai ușoare și în consecință întărirea. Scade penetrația bitumului, cresc punctul de înmuiere și viscozitatea acestuia, se înrăutățește punctul de rupere. Prin urmare, în momentul începerii depunerii mixturii și al întăririi

acesteia, liantul aflat în mixtură se află deja după îmbătrânirea tehnologică. De aceea sugerăm utilizarea viscozității după îmbătrânirea RTFOT pentru determinarea temperaturilor de început și de sfârșit ale întăririi.

În figura 12.1 sunt prezentate curbele caracteristice ale viscozității biturilor rutiere înainte de îmbătrânire, care ajută la stabilirea temperaturilor de introducere și amestecare a bitumului cu agregatul. În figura 12.2 sunt prezentate curbele caracteristice viscozității biturilor rutiere după îmbătrânire, care ajută la stabilirea temperaturilor de început și de sfârșit ale întăririi. În plus, pentru fiecare tip de bitum, acestea se află în fișele tehnice ale biturilor de la capitolele 7÷9.

Deoarece viscozitățile biturilor produse depind în mare parte de proprietățile materiei prime (reziduul de vid din distilarea petrolului), trebuie admis că temperatura tehnologică stabilită poate varia în timpul sezonului de producție în funcție de proprietățile materiei prime.

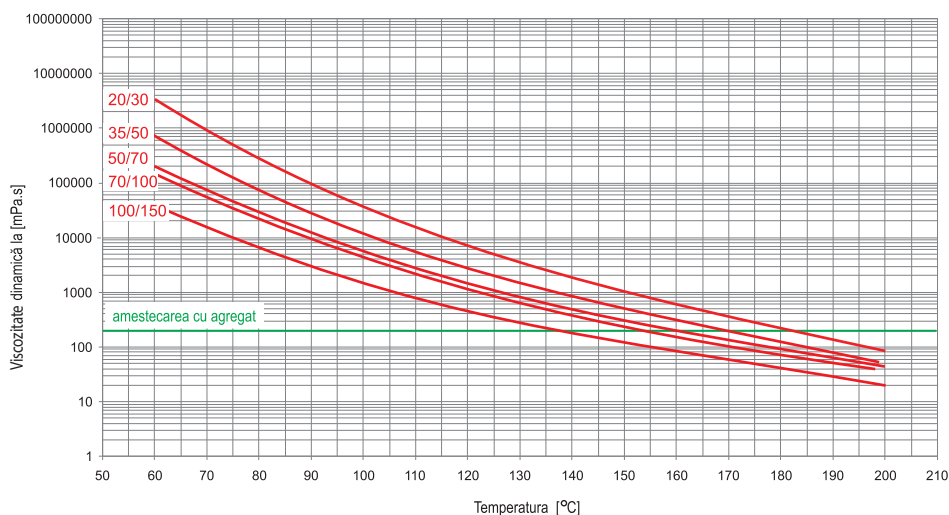


Figura 12.1. Curbele caracteristice viscozității biturilor rutiere înainte de îmbătrânire
(pe baza rezultatelor analizelor ORLEN Asphalt sp. z o.o.)

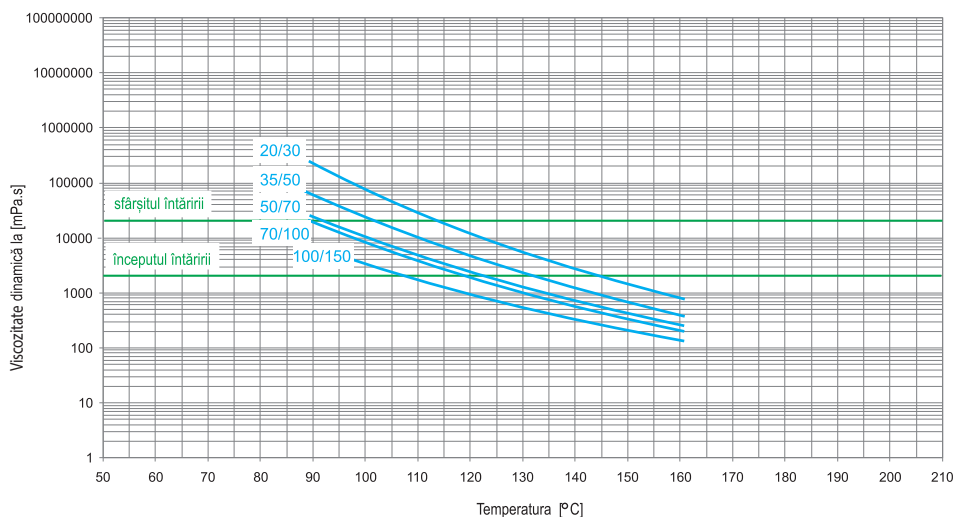


Figura 12.2. Curbele caracteristice viscozității biturilor rutiere după îmbătrânirea RTFOT
(pe baza rezultatelor analizelor ORLEN Asphalt sp. z o.o.)

Printre valorile descrise ale temperaturii echivalente, trebuie acordată o atenție deosebită alegerii corecte a temperaturii de întărire a probelor în laborator (conform metodei alese din EN 13108-20). Temperaturile de pregătire a probelor de mixtură asfaltică trebuie să se refere la condițiile reale din unitatea de producție a bitumului și de pe șantier. Admiterea unei temperaturi prea ridicate în laborator cauzează obținerea unor valori mari ale densității volumetrică a mixturii asfaltice și reducerea conținutului de goluri. În cazul în care condițiile pe șantier vor diferi semnificativ față de cele admise în laborator, adică temperatura mixturii asfaltice în strat în timpul întăririi va fi mult mai mică, atunci va fi practic imposibilă obținerea indicilor ceruți de întărire a stratului. Admiterea unei temperaturi prea joase în laborator va avea drept efect obținerea pe șantier a unor indici de întărire de peste 100% și un conținut prea mic de goluri în strat, ceea ce crește riscul apariției de fâgașe. De aceea, admiterea unei temperaturi corecte de întărire a probelor în etapa de proiectare a mixturii în laborator este atât de importantă.

12.1.2. Probe de bitum în laborator

Laboratorul primește probe de lianți bituminoși de la ORLEN Asphalt în ambalaje metalice (cutii închise) sau, excepțional, în ambalaje mici de carton speciale căptușite cu folie de aluminiu (volum aprox. 1 litru).

Modul în care este tratat bitumul influențează foarte mult rezultatele obținute ale analizelor atât pentru bitumuri, cât și pentru mixturile asfaltice. Trebuie reținut că proba de bitum încălzită și/sau supraîncălzită în mai multe rânduri în uscător se poate întări semnificativ.

În timpul utilizării probelor de bitum trebuie evitată încălzirea de mai multe ori a acestora. De aceea sugerăm utilizarea unui număr mai mare de probe mici (pentru utilizare unică) în locul unui recipient mare cu bitum.

În cazul necesității folosirii bitumului dintr-un singur recipient mare se recomandă încălzirea recipientului cu bitum prima oară, omogenizarea prin amestecare și apoi turnarea în câteva recipiente mai mici, care vor fi utilizate ulterior.

Modul de tratare a probelor pentru analize ale bitumurilor este stabilit de norma EN 12594 *Bitum și lianți bituminoși. Pregătirea probelor pentru analiză*. Încălzirea probelor în laborator conform procedurii normative:

- recipientul nu poate fi închis etanș,
- în niciun caz probele nu trebuie să fie încălzite la temperaturi care să depășească 200°C,
- **recipiente cu volum de până la 1 litru**, timp de încălzire de până la 2 ore, temperatura de încălzire în uscător: nu mai mare decât punctul de înmuiere a bitumului +100°C,
- **recipiente cu volum de 1÷2 litri**, timp de încălzire de până la 3 ore, temperatura de încălzire în uscător: nu mai mare decât punctul de înmuiere a bitumului +100°C,
- **recipiente cu volum 2÷3 litri**, timp de încălzire de până la 3,5 ore, temperatura de încălzire în uscător: nu mai mare decât punctul de înmuiere a bitumului +100°C,
- **recipiente cu volum de 3÷5 litri**, timp de încălzire de până la 4 ore, temperatura de încălzire în uscător: nu mai mare decât punctul de înmuiere a bitumului +100°C,
- **recipiente cu volum de peste 5 litri**, timp de încălzire de până la 12 ore, temperatura de încălzire în uscător: nu mai mare decât punctul de înmuiere a bitumului +50°C.

După încălzirea probelor în recipiente, acestea trebuie omogenizate prin amestecare cu atenție, pentru a nu introduce bule de aer în probă. Timpul maxim de amestecare (omogenizare) este de 10 minute.

Probele de bitum obținute în urma efectuării extracției mixturii asfaltice conform normelor EN 12697-1, EN 12697-2, EN 12697-4 trebuie analizate imediat după obținere, pentru a evita o nouă încălzire.

12.1.3. Adezivitatea bitumului la agregatele minerale

Adezivitatea bitumului la suprafața granulelor de agregat depinde de mulți factori, printre care și de tipul rocii din care a fost produs agregatul. În general în tehnica rutieră se utilizează noțiunea de agregat „acid” și „bazic”, datorită conținutului mare sau mic de SiO₂ (siliciu) din rocă. În general, se admite că agregatele „acide” au o afinitate slabă față de bitum și necesită utilizarea unor substanțe care să îmbunătățească adezivitatea bitumului. Agregatele „bazice”, de exemplu calcarele, se caracterizează printr-o aderență mai bună a bitumului.

Standardele actuale furnizează instrumente pentru determinarea adezivității bitumului la agregat și în general a rezistenței mixturii asfaltice la acțiunea apei și a gerului:

- EN 12697-11 *Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 11: Determinarea afinității dintre agregate și bitum,*
- EN 12697-12 *Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 12: Determinarea sensibilității la apă a epruvetelor bituminoase*

În cazul unei afinități slabe între bitum și agregat se utilizează substanțe care să îmbunătățească adezivitatea bitumului la agregat (așa-numiții aditivi). Evaluarea adezivității poate fi stabilită, de exemplu, pe baza încercării conform EN 12697-11, metoda A pe o fracțiune aleasă de mixtură minerală. Adezivitatea liantului la agregat trebuie să se ridice la minimum 80% după 6 ore de testare (aceasta este cerința de exemplu în Polonia). Totuși, alegerea substanței care să îmbunătățească adezivitatea bitumului la agregat necesită efectuarea unor analize de verificare în laborator, deoarece anumite substanțe chimice reduc adezivitatea bitumului la agregat.

Aditivii disponibili pe piață și conținutul acestora în bitum trebuie alese corespunzător bitumului și agregatelor utilizate în mixtura asfaltică respectivă, ținând cont că rar pot fi găsite produse universale care să funcționeze bine cu orice pereche bitum-agregat.

O verificare finală a rezistenței mixturii asfaltice la acțiunea apei și a gerului este analiza ITR conform EN 12697-12.

12.2. Depozitarea bitumului

Lianții bituminoși trebuie depozitați în rezervoare speciale în acest scop. Bitumul, în rezervorul de lucru, trebuie încălzit în mod intermediar, cu un sistem de termostatare, care să asigure menținerea unei temperaturi stabilite cu o toleranță de $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Acest lucru înseamnă că rezervorul trebuie să fie dotat cu sisteme de măsurare cu precizie cu citire locală sau la distanță a indicilor de temperatură, amplasate pe suprafața serpentinei de încălzire și în afara acestei suprafețe, cu posibilitatea demontării cu ușurință în scopul curățării regulate. Conform cerințelor normei pentru Controlul Producției în Fabrică al mixturilor asfaltice EN 13108-21 (*Mixturi asfaltice. Specificații pentru materiale. Partea 21: Controlul producției în fabrică*) temperatura bitumului trebuie înregistrată cu frecvență zilnică.

Păstrarea pe termen lung a unui lot de bitum la o temperatură apropiată de temperatura maximă de depozitare poate cauza după un anumit timp apariția la baza rezervoarelor a sedimentelor, compuse din fracțiunile cele mai grele precipitate ale bitumului (așa-numitul cocs). Cu cât este mai dur bitumul, cu atât crește probabilitatea de formare a cocsului, de aceea în timpul depozitării bitumurilor rutiere de tip 20/30 și 35/50 trebuie monitorizată periodic curățenia rezervorului. Lipsa curățării rezervorului poate cauza după un anumit timp pătrunderea impurităților în țevi, înfundarea filtrelor și blocarea pompelor.



Figura 12.3. Rezervoarele pentru bitum modificat, instalația din Płock (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o.)

Păstrarea bitumului rutier în rezervor poate fi însoțită de fenomenul de îmbătrânire cauzat de oxidarea lentă a bitumului și de evaporarea componentelor sale mai ușoare. Procesul de îmbătrânire a bitumului este un proces lent deoarece suprafața de contact a bitumului cu aerul este redusă. Totuși, păstrarea unor cantități mici de bitum în rezervor în condiții de temperatură ridicată poate duce la supraîncălzirea stratului de bitum pe pereții rezervorului sau pe serpentinele de încălzire. Acest lucru duce la o depunere adițională de cocs la baza rezervorului.

În timpul amestecării bitumului cu agregat, procesele de îmbătrânire se accelerează (un strat foarte subțire de bitum pe agregat, o temperatură foarte ridicată și accesul oxigenului), de aceea trebuie ales cu bună știință timpul de amestecare „la umed”.

Utilizarea unui liant prea fierbinte pentru producție are alte efecte negative, speciale în cazul producției mixturii SMA sau a asfaltului poros PA, în care apare riscul crescut de scurgere a liantului. În astfel de cazuri trebuie utilizat un conținut mai mare de stabilizator (de exemplu fibre de celuloză) și trebuie verificată scurgerea prin metoda Schellenberg pentru temperaturi de producție mai ridicate (descrierea în standardul EN 12697-18 *Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 18: Încercarea de scurgere a liantului*).

Tabelul 12.1.

Îmbătrânirea bitumului în rezervoare de înmagazinare.

Cauzele îmbătrânirii bitumului în rezervor	Factori care limitează îmbătrânirea
Depozitarea pe termen lung a bitumului la temperatură ridicată	Trebuie evitată păstrarea bitumului la temperatură ridicată pe termen lung. În perioadele de pauză între producția mixturii asfaltice se recomandă scăderea temperaturii bitumului din rezervor până la un nivel care să permită încălzirea ulterioară.
Recircularea bitumului	Recircularea bitumului este utilizată pe scară largă pentru omogenizarea bitumului în rezervor. Dacă bitumul este depozitat pe o perioadă lungă, cel mai bine este să se limiteze circulația sau aceasta să fie pornită periodic. Recircularea este, în special, utilă în timpul păstrării biturilor modificate. Utilizarea acesteia permite obținerea unei mai bune omogenități a liantului după o perioadă mai lungă de depozitare. Intrarea unei conducte retur de bitum recirculat în rezervor trebuie să fie sub suprafața superioară a fluidului formată de liant în rezervor.
Construcția rezervorului	Cel mai bine este când raportul dintre suprafața bitumului și volumul acestuia în rezervor este mic, de aceea rezervoarele de înmagazinare a bitumului trebuie să fie verticale, iar raportul dintre înălțimea și diametrul rezervorului să fie mare.

Depozitarea biturilor rutiere și multigrad

În cazul necesității de depozitare a bitumului rutier sau a bitumului multigrad în rezervor la temperatură mare pentru mai mult de 10 zile, în scopul controlului gradului de îmbătrânire trebuie desemnat unul din parametrii: penetrația la 25°C conform EN 1426 sau punctul de înmuiere T_B conform EN 1427.

Depozitarea biturilor modificate

În cazul biturilor modificate cu polimeri ORBITON se recomandă folosirea bitumului modificat imediat după livrare, evitând depozitarea pe termen lung a bitumului modificat în rezervor la temperatură ridicată. În cazul necesității unei depozități mai îndelungate (peste 5 zile) se recomandă omogenizarea, amestecând biturile în circuit închis în unul sau mai multe rezervoare. Se recomandă ca cel puțin unul dintre rezervoare să fie dotat cu un agitator.

Alte recomandări

În cazul modificării categoriei sau a tipului de bitum din rezervor trebuie să vă asigurați de fiecare dată că rezervorul de înmagazinare este gol.

Nu trebuie amestecate bituri de categorie diferită, de exemplu bituri rutiere cu bituri modificate cu polimeri. O astfel de amestecare duce la o deteriorare semnificativă a proprietăților utile ale liantului și a stratului executat.

Amestecarea biturilor din aceeași categorie, dar de tipuri diferite, de exemplu 50/70 cu 70/100 are loc pe răspunderea exclusivă a executantului. Acest proces necesită un sistem eficient de amestecare în rezervor și controlul în laborator. Nu se recomandă amestecarea lianților care provin de la producători diferiți.

Nu se recomandă încălzirea și răcirea de mai multe ori, atât a biturilor modificate ORBITON, cât și a biturilor multigrad BITREX.

Dacă bitumul urmează să rămână în rezervorul unității de producție (*eng. asphalt plant*) pe perioada iernii, trebuie redusă temperatura din rezervor până la temperatura mediului înconjurător. În aceste condiții bitumul poate fi păstrat câteva luni. Trebuie reținut că, primăvara, perioada de încălzire a câtorva zeci de tone de bitum poate fi destul de lungă și depinde de eficiența și construcția sistemului de încălzire din rezervoare. După încălzire, trebuie neapărat analizate proprietățile liantului. În cazul în care rezervoarele nu sunt echipate cu un sistem eficient de încălzire liantul nu trebuie răcit până la o temperatură joasă.

Temperatura biturilor în timpul depozitării nu ar trebui să depășească valorile menționate în tabelul 12.2.

12.3. Producția mixturii asfaltice

Bitumul livrat la unitatea de producție a mixturii asfaltice sau a emulsiei bituminoase trebuie să aibă o viscozitate suficient de mică încât să poată fi descărcat din autocisternă. Deoarece viscozitatea bitumului are legătură strict cu temperatura acestuia (cu cât este mai mare temperatura bitumului, cu atât viscozitatea sa este mai redusă), în anotimpurile reci, în timpul transportului bitumului de la rafinărie trebuie monitorizată temperatura bitumului în autocisternă. Se admite că temperatura minimă de pompare este atinsă la o viscozitate a bitumului de aprox. 2 Pa·s.

Încălzirea mixturii asfaltice în timpul producției în fabrică duce la o îmbătrânire tehnologică semnificativă a bitumului, ceea ce duce la scăderea rezistenței îmbrăcăminții asfaltice. De aceea nu trebuie depășită temperatura maximă de producție recomandată, nici măcar în scopul asigurării lucrabilității și a compactibilității pe șantier.

Temperaturile menționate în tabelul 12.2 nu se referă la mixturile asfaltice în care este adăugată o substanță în scopul reducerii temperaturii de producție și încorporare a acesteia.

Perioada de păstrare în siloz a mixturii proaspăt produse nu ar trebui să ducă la o răcire excesivă a mixturii și depinde de următorii factori:

- temperatura de producție a mixturii,
- tipul mixturii și conținutul de liant precum și tipul acestuia (bitum rutier, multigrad sau modificat),
- prezența aditivilor precum stabilizatori, modificatori sau substanțe adezive,
- starea tehnică și dotarea silozurilor (izolarea termică, încălzirea),
- cantitatea de mixtură asfaltică din siloz.

12.4. Transportul mixturii asfaltice

Trebuie acordată o atenție specială curățeniei benelor (fără resturi de mixtură asfaltică veche) din autovehiculele ce livrează mixtura pe șantier. Partea interioară a benelor trebuie să fie irigată (fără exces) cu o substanță specială de protejare a pereților și a părții de jos împotriva lipirii mixturii. Se folosesc numai acele substanțe antiadezive de irigare a benelor care nu acționează nociv asupra lianților bituminoși. **Nu este permisă utilizarea motorinei sau a altor uleiuri minerale pentru irigarea benelor.**

În timpul transportului mixturii trebuie folosită întotdeauna acoperirea benelor cu prelate. În condiții de temperatură redusă sau de condiții atmosferice neprielnice se recomandă utilizarea vehiculelor cu bene izolate. În cazul necesității executării de lucrări în condiții de temperatură deosebit de nefavorabile (temperaturi $< +5^{\circ}\text{C}$,

vânt puternic >10 m/s, distanțe mari de transport) trebuie analizată utilizarea între finisor și vehiculul de descărcare a mixturii de utilaje intermediare cu un agitator adițional și încălzire a mixturii (eng. MTV – Material Transport Vehicle, Shuttle-buggy). Lucrul transportului trebuie organizat astfel încât să fie asigurată continuitatea livrărilor mixturii pe șantier (fără timpi morți ai finisorului).

După încărcarea mixturii asfaltice în vehicul trebuie efectuat controlul temperaturii mixturii și evaluarea vizuală a acesteia. Trebuie acordată atenție următoarelor aspecte [4]:

- **fum albastru** – se ridică deasupra mixturii – dovedește supraîncălzirea semnificativă a acesteia în timpul amestecării bitumului cu agregat (peste 200°C). De regulă aceasta a fost distrusă (arsă) și după încorporare se va fărâmița și nu va fi rezistentă la apă și ger,
- **mixtura „se dizolvă”** în bena vehiculului de livrare – cauze probabile:
 - a. a avut loc deteriorarea dozatorului de bitum și mixtura are bitum în exces,
 - b. compoziție incorectă a mixturii minerale – lipsa unei fracții din conținutul corect al bitumului,
 - c. compoziție incorectă a mixturii asfaltice – dozajul din laborator a presupus din start o cantitate prea mare de bitum,
 - d. a avut loc supradozarea substanței adezive,
- **după încărcare, mixtura formează un con ascuțit, mixtura are o culoare mată, fără luciu** – acest lucru poate dovedi o temperatură prea redusă a mixturii sau un conținut prea mic de bitum; drept rezultat mixtura poate să nu aibă o lucrabilitate și o compactare corespunzătoare pe șantier; în mod normal, mixtura după încărcare ar trebui să ia forma unei cupole,
- **agregatul nu este acoperit în totalitate de bitum** – cauze probabile:
 - a. prea puțin bitum în mixtură (eroare de proiectare),
 - b. dozator de bitum avariât,
 - c. temperatura prea joasă a bitumului în timpul anrobării agregatului,
 - d. un timp de malaxare prea scurt în unitatea de producție,
- **granulele de savură sunt acoperite cu bule de bitum** – fenomenul arată ca și cum bitumul ar fierbe pe suprafața agregatului; cauza este umezirea semnificativă a agregatului, pe care uscătorul unității de producție nu l-a putut elimina; fenomenul are loc mai des în cazul agregatelor cu absorbție mare și după ploile lungi.



Figura 12.4. Încorporarea mixturii asfaltice (fot. K. Błażejowski)

12.5. Punerea în operă (Așternerea)

Betonul asfaltic cu modul ridicat de rigiditate (AC EME), realizat cu bitumuri dure, trebuie pus în operă cu cea mai mare grosime admisă din punct de vedere tehnologic și de proiectare a stratului. Datorită acestui lucru vor fi îmbunătățite condițiile de temperatură la întărire.

În timpul așternerii mixturilor pe stratul suport, cu temperatură mai ridicată (strat proaspăt așternut) trebuie controlată cu atenție temperatura la mijlocul stratului. Nu se recomandă utilizarea termometrelor fără contact, ci a termometrelor cu sistem de prindere din oțel care permit introducerea lor în interiorul stratului. În cazul în care temperatura mixturii așternute este foarte ridicată (iar mixtura se răcește foarte încet) nu trebuie începută compactarea decât în momentul scăderii temperaturii, astfel încât să permită începerea întăririi. În mod similar trebuie procedat când mixtura este așezată pe un strat suport fierbinte. Recomandările menționate nu se referă la tehnologia Kompaktasphalt.

Asfaltul turnat, datorită viscozității ridicate, nu poate fi așternut manual. Se recomandă utilizarea utilajelor mecanice pentru punere în operă și a aditivilor care să reducă temperatura la așternere.



Figura 12.5. Întărirea stratului așternut (fot. K.Błażejowski)

Tabelul 12.2.

Temperaturile minime și maxime ale bitumurilor și ale mixturilor asfaltice în funcție de tipul bitumului

Tip de bitum rutier	Bitumuri rutiere				Bitumuri multigrad BITREX				Bitumuri modificate cu polimeri ORBITON					
	Rutier 20/30	Rutier 35/50	Rutier 50/70	Rutier 70/100	BITREX 20/30	BITREX 35/50	BITREX 50/70	BITREX 50/70	ORBITON 10/40-65	ORBITON 25/55-60	ORBITON 45/80-55	ORBITON 45/80-65	ORBITON 65/105-60	
	EN 12591 AT/02-2010-1940 AT/03-2005-1882/01													
	Temperatura [°C]													
În laborator														
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe realizate în presă giratorie)	155 ÷ 160°C	140 ÷ 145°C	135 ÷ 140°C	130 ÷ 135°C	155 ÷ 160°C	145 ÷ 150°C	140 ÷ 145°C	145 ÷ 150°C	150 ÷ 155°C	145 ÷ 150°C	145 ÷ 150°C	150 ÷ 155°C	145 ÷ 150°C	
În unitatea de producție														
Temperatura de pompare a bitumului	>145°C	>140°C	>135°C	>130°C	>150°C	>140°C	>140°C	>140°C	>150°C	>150°C	>150°C	>150°C	>150°C	
Temperatura bitumului pentru producția mixturii asfaltice	175 ÷ 185°C	165 ÷ 175°C	155 ÷ 165°C	150 ÷ 160°C	175 ÷ 185°C	170 ÷ 180°C	160 ÷ 170°C	160 ÷ 170°C	180 ÷ 190°C	175 ÷ 185°C	175 ÷ 185°C	175 ÷ 185°C	175 ÷ 185°C	
Temperatura asfaltului turnat MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 8h)	≤230°C	<230°C	-	-	-	<230°C	-	-	<230°C	<230°C	-	-	-	
Temperatura asfaltului turnat MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 4h)	≤240°C	<240°C	-	-	-	<240°C	-	-	<240°C	<240°C	-	-	-	
Observație: în timpul producției asfaltului turnat MA se recomandă utilizarea aditivilor de reducere a temperaturii tehnologice (amestecarea cu agregatul și încorporarea), astfel încât producția asfaltului turnat să aibă loc la o temperatură de sub 200°C.														
Pe șantier														
Temperatura minimă a mixturii asfaltice livrate (în coșul finisorului)	165°C	150°C	145°C	140°C	165°C	155°C	150°C	150°C	160°C	155°C	155°C	160°C	155°C	

13

VISCOZITATE BITUMURI

Viscozitatea biturilor este una din cele mai importante proprietăți tehnologice și utilitare. Există numeroase definiții ale viscozității și metode de analiză a acesteia. În acest capitol sunt prezentate, într-o formă organizată, mai multe elemente legate de viscozitate: o scurtă descriere a fenomenului viscozității, definițiile și coeficienții necesari și sunt abordate diverse metode de analiză. Merită citit, deoarece viscozitatea este acea proprietate a biturilor, care, în cazul interpretării incorecte, produce numeroase probleme și duce la neînțelegeri.

13.1. Câteva cuvinte despre reologie

Reologia este știința deformării plastice și a curgerii materialelor. Termenul de reologie a fost introdus de Eugene Bingham în 1920 la sugestia lui Markus Reiner, inspirată de cunoscutul aforism al lui Heraclit *panta rhei*, adică „totul curge” [5].

Din punctul de vedere al reologiei fluidele sunt de două tipuri – newtoniene și nenevtoniene. Biturile aparțin grupului de fluide nenevtoniene, adică sunt materiale a căror viscozitate depinde de viteza de forfecare.

Diferențele în raportul viscozitate-viteză de forfecare între un fluid newtonian (de exemplu apă) și un fluid nenevtonian (de exemplu bitum) este prezentat în figura 13.1.

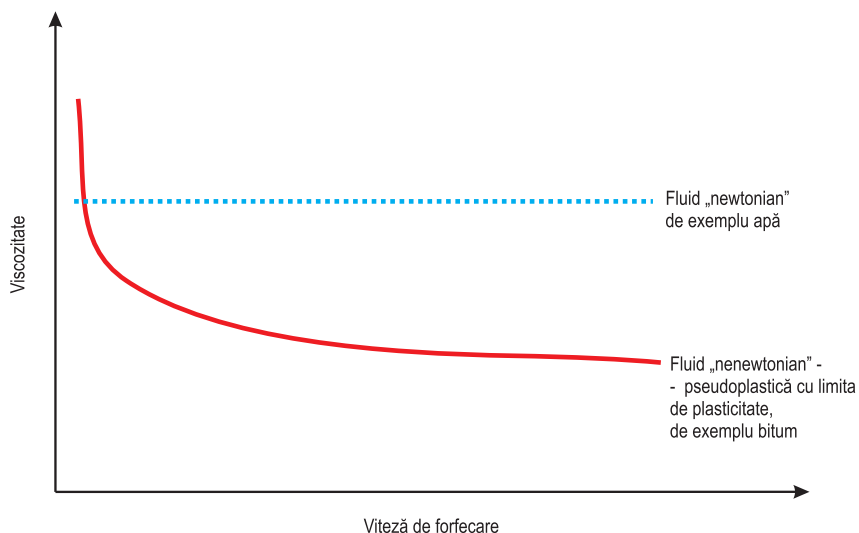


Figura 13.1. Dependența viscozității de viteza de forfecare pentru un fluid newtonian (de exemplu apă) și un fluid nenevtonian (de exemplu bitum). Temperatura = const. (în baza [6])

Lianții bituminoși sunt tipuri de fluide complicate din punct de vedere reologic. Acest lucru înseamnă, în general, că viscozitatea lor se poate modifica în funcție de:

- modificarea temperaturii,
- viteza de forfecare,
- durata analizei,
- tipul metodei de determinare a acesteia,
- sistemul de măsurare utilizat în metodă.

Cu alte cuvinte, acest lucru înseamnă că **nivelul de comparabilitate a rezultatelor viscozității obținute prin diverse metode poate fi păstrat numai cu îndeplinirea unor condiții de măsurare strict stabilite (temperaturi, sisteme de măsurare, viteze de forfecare, timp de analiză selectate corespunzător)**. În alte cazuri, compararea și utilizarea alternativă a rezultatelor viscozității este incorectă și poate duce la obținerea unor concluzii de cercetare eronate.

Merită, deci, reținut că **în practica de laborator, în timpul analizei lianților bituminoși, este esențial să se acorde atenție precizării condițiilor de măsurare a viscozității**.

13.2. Introducere și definiții ale viscozității

Referitor la bitumuri, noțiunea de viscozitate poate fi definită drept frecarea internă între molecule cu deplasarea unui strat de bitum față de celălalt. Cu cât este mai mare temperatura bitumului, cu atât viscozitatea acestuia este mai mică. Din această dependență se determină temperatura de introducere a bitumului, de acoperire a agregatului cu acesta și de întărire a straturilor de suprafață din mixturi asfaltice. În figura 13.2. este prezentată schematic dependența viscozității bitumului de temperatură.

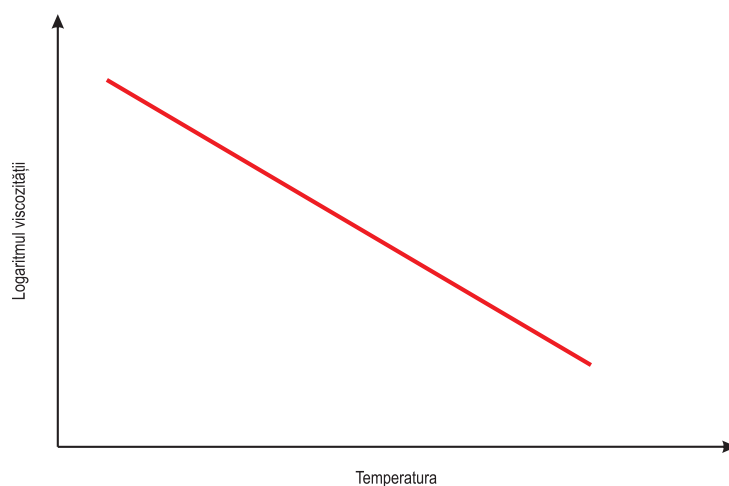


Figura 13.2. Dependența viscozității bitumului de temperatură

13.3. Regula de măsurare a viscozității

Isaac Newton a fost primul care a formulat regula principală, numită și legea viscozității lui Newton, care este exprimată prin următoarea ecuație [6]:

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$$

efort tangențial, de forfecare = viscozitatea x viteza de forfecare

Modelul axului rotativ scufundat într-un recipient cu o mostră de bitum prezentat în figura 13.3. permite definirea atât a efortului tangențial, cât și a vitezei de forfecare.

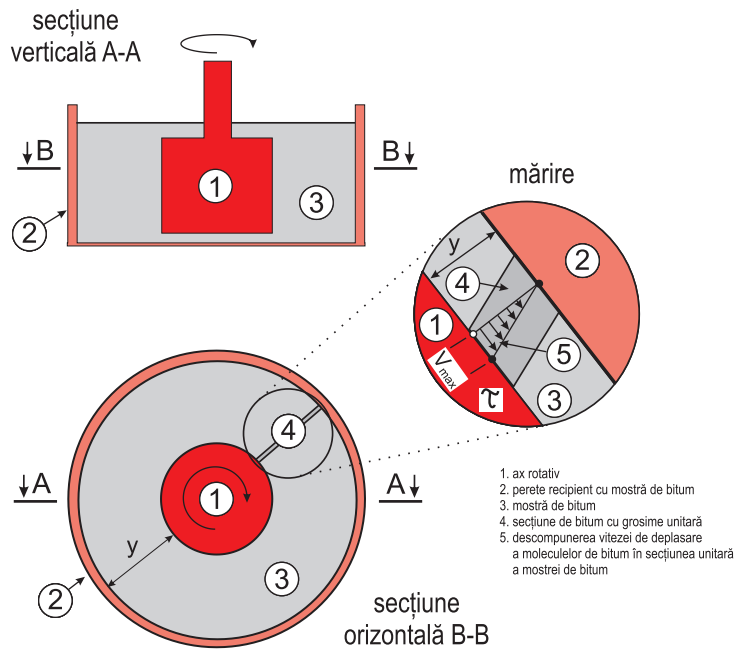


Figura 13.3. Modelul axului rotativ scufundat într-un recipient cu o mostră de bitum

$$\text{efort de forfecare} \Rightarrow \tau = \frac{F}{A} \left[\frac{N}{m^2} \right] = Pa \text{ [pascal]}$$

$$\text{viteza de forfecare} \Rightarrow \dot{\gamma} = \frac{V_{\max}}{y} [s^{-1}]$$

13.4. Tipuri de viscozitate și dependențele între acestea

Viscozitatea dinamică reprezintă raportul dintre efortul de forfecare și viteza de forfecare. Viscozitatea dinamică este o măsură a rezistenței fluxului fluidului și este denumită de regulă viscozitatea fluidului [5, 6].

$$\text{viscozitatea dinamică} \Rightarrow \eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \left[\frac{N}{m^2} \cdot s \right] = [Pa \cdot s]$$

Unitatea de măsură a viscozității dinamice în sistemul SI este „pascal · secunda” [Pa·s]. Este utilizată frecvent și unitatea „milipascal · secunda” marcată cu [mPa·s]

$$1 Pa \cdot s = 1000 mPa \cdot s$$

În trecut erau utilizate unități de măsură pentru viscozitatea dinamică în sistemul CGS, denumite „poise” (fr. poise) [P] numite astfel în cinstea fizicianului francez Jean L. M. Poiseuille [5]:

$$1 Pa \cdot s = 10 P$$

erau utilizate și „centipoise” [cP]:

$$1 P = 100 cP$$

$$1 cP = 1 mPa \cdot s$$

Viscozitatea cinematică denumită și cinetică reprezintă raportul dintre viscozitatea dinamică și densitatea fluidului. Viscozitatea cinematică este măsura rezistenței fluxului fluidului sub influența forțelor gravitaționale [5, 6]. Viscozitatea cinematică și dinamică au deci legătură una cu cealaltă.

$$\text{viscozitate cinematică} \Rightarrow \nu = \frac{\eta}{\rho} \left[\frac{m^2}{s} \right]$$

$$\text{densitate} \Rightarrow \rho = \frac{kg}{m^3} = \left[\frac{N \cdot s^2}{m^4} \right]$$

Unitatea de măsură a viscozității cinematice este „metru²/secundă” [m²/s]. Frecvent este utilizată și unitatea „milimetru²/secundă” [mm²/s]:

$$1 m^2 / s = 1\,000\,000 mm^2 / s$$

În trecut erau utilizate pentru viscozitatea cinematică și unitățile „Stokes” [St] sau „Centistokes” [cSt] denumite astfel în cinstea fizicianului irlandez George Gabriel Stokes [5]:

$$1 St = 100 cSt \text{ și } 1 St = 1 \frac{cm^2}{s}$$

„Centistokes” sunt echivalenți cu „milimetru²/secundă”

$$1 mm^2 / s = 1 cSt$$

13.5. Metode uzuale pentru determinarea viscozității

Determinarea viscozității se efectuează prin diverse metode și instrumente, adesea și la temperaturi diferite. Cel mai adesea încercarea la viscozitate a biturilor se face la 60, 90 și 135°C (uneori și la 165 sau 180°C), astfel încât să corespundă unei anumite temperaturi tehnologice (de introducere și de întărire a a liantului, de producție a mixturii asfaltice, de exploatare). Mai jos este prezentată caracteristica aparaturii de testare și regulile pentru determinarea viscozității cinematice și dinamice conform metodelor uzuale selecționate:

- analiza viscozității cinematice cu ajutorul viscozimetruului de tip BS/IP/RF,
- analiza viscozității dinamice prin metoda vacuum capilar Cannon-Manning,
- analiza viscozității dinamice prin metoda con placă, cu ajutorul unui reometru,
- analiza viscozității dinamice cu ajutorul viscozimetruului rotativ Brookfield.

13.5.1. Determinarea viscozității cinematice cu ajutorul viscozimetruului de tip BS/IP/RF

O vedere de ansamblu a viscozimetruului capilar de tip BS/IP/RF [EN 12595] și a aparaturii în care este efectuată încercarea a fost prezentată în figura 13.4.



Figura 13.4. Vedere a viscozimetruului capilar de tip BS/IP/RF și a aparaturii în care este efectuată determinarea viscozității cinematice (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o., mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

Esența efectuării încercării este determinarea timpului de curgere pentru un anumit volum de fluid printr-un capilar de sticlă al unui viscozimetru calibrat, la o temperatură de măsurare stabilită (timpul de scurgere). Regula de determinare a timpului măsurării a fost prezentată în figura 13.5.

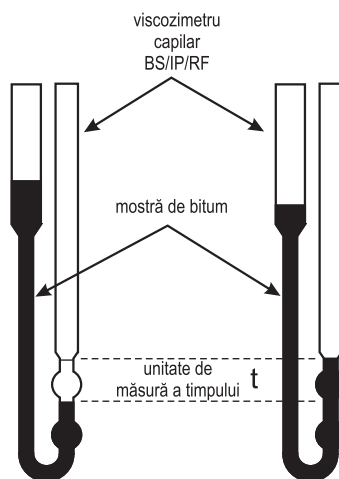


Figura 13.5. Regula de determinare a timpului în viscozimetru capilar de tip BS/IP/RF

Viscozitatea cinematică este calculată ca produs al timpului de scurgere exprimat în secunde și al constantei de calibrare a viscozimetruului conform următoarei ecuații:

$$\nu = C \cdot t \quad [mm^2 / s]$$

în care:

C – constanta de calibrare a viscozimetruului exprimată în $[mm^2/s^2]$

t – timpul de scurgere exprimat în [s]

13.5.2. Determinarea viscozității dinamice cu ajutorul viscozimetruului vacuum Cannon-Manning

O vedere de ansamblu a viscozimetruului vacuum Cannon-Manning [EN 12596] și a aparaturii, în care a fost efectuată încercarea sunt prezentate în figura 13.6.



Figura 13.6. O vedere de ansamblu a viscozimetruului vacuum Cannon-Manning și a aparaturii în care a fost efectuată determinarea viscozității dinamice (fot. ORLEN Asfalt sp. z o.o., mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

Esența efectuării încercării este determinarea timpilor de scurgere t_1 și t_2 pentru un anumit volum de fluid prin metoda vacuum prin capilar în condiții prestabilite de subpresiune și temperatură. Regula de determinare a timpilor de măsurare este prezentată în figura 13.7.

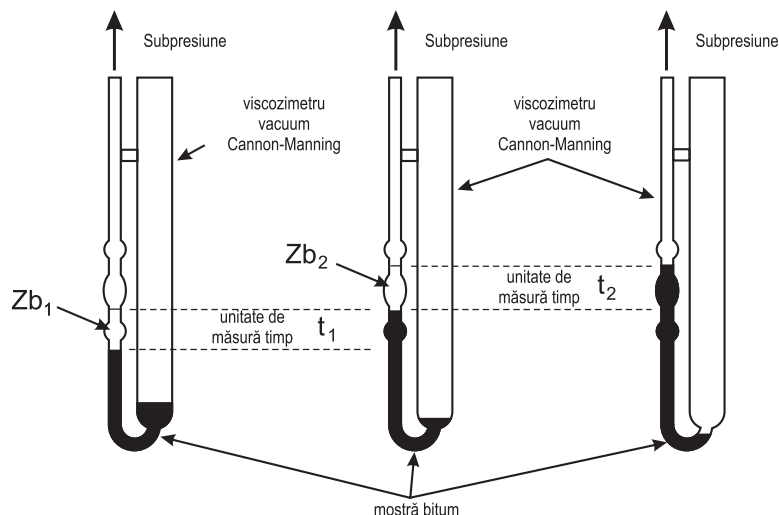


Figura 13.7. Regula de determinare a timpului de măsurare în viscozimetru vacuum Cannon-Manning

Descrierea graficului: subpresiune, viscozimetru vacuum Cannon-Manning, unitate de măsură timp, probă bitum

Viscozitatea dinamică este calculată ca medie aritmetică a produșilor timpilor de scurgere exprimați în secunde t_1 și t_2 și a coeficienților de calibrare a viscozimetrului corespunzători conform următoarelor ecuații:

$$\eta_1 = K_1 \cdot t_1 [Pa \cdot s]$$

$$\eta_2 = K_2 \cdot t_2 [Pa \cdot s]$$

$$\eta = \frac{\eta_1 + \eta_2}{2} [Pa \cdot s]$$

în care:

η_1, η_2 , – viscozitățile dinamice calculate pe baza timpilor de scurgere prin recipiente Rec_1 și Rec_2

K_1, K_2 – coeficienți selectați de calibrare a recipientelor Rec_1 și Rec_2 exprimați în Pascali [Pa]

t_1, t_2 – timpii de scurgere prin recipiente Rec_1 și Rec_2 exprimați în [s]

η – viscozitate dinamică determinată în viscozimetru vacuum Cannon-Manning

13.5.3. Determinarea viscozității dinamice prin metoda con placă cu ajutorul reometrului

O vedere de ansamblu a reometrului pentru determinarea viscozității dinamice minime prin metoda con placă [EN 13702-1] este prezentată în figura 13.8.

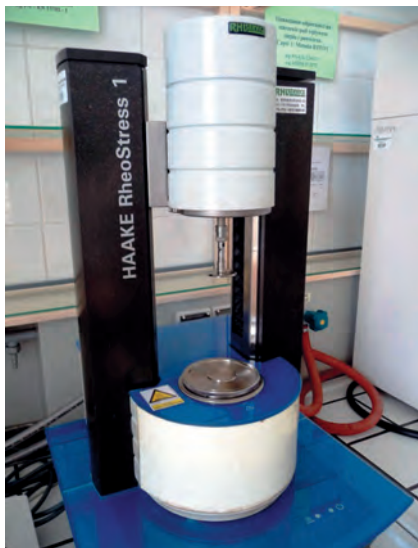


Figura 13.8. O vedere de ansamblu a reometrului pentru determinarea viscozității dinamice minime prin metoda con placă (fot. ORLEN Asfalt sp. z o.o., mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

Esența efectuării încercării este determinarea cuplului pentru o viteză de forfecare dată, prestabilită. Schema sistemului de măsurare și vederea de ansamblu a componentelor acestuia sunt prezentate în figura 13.9.

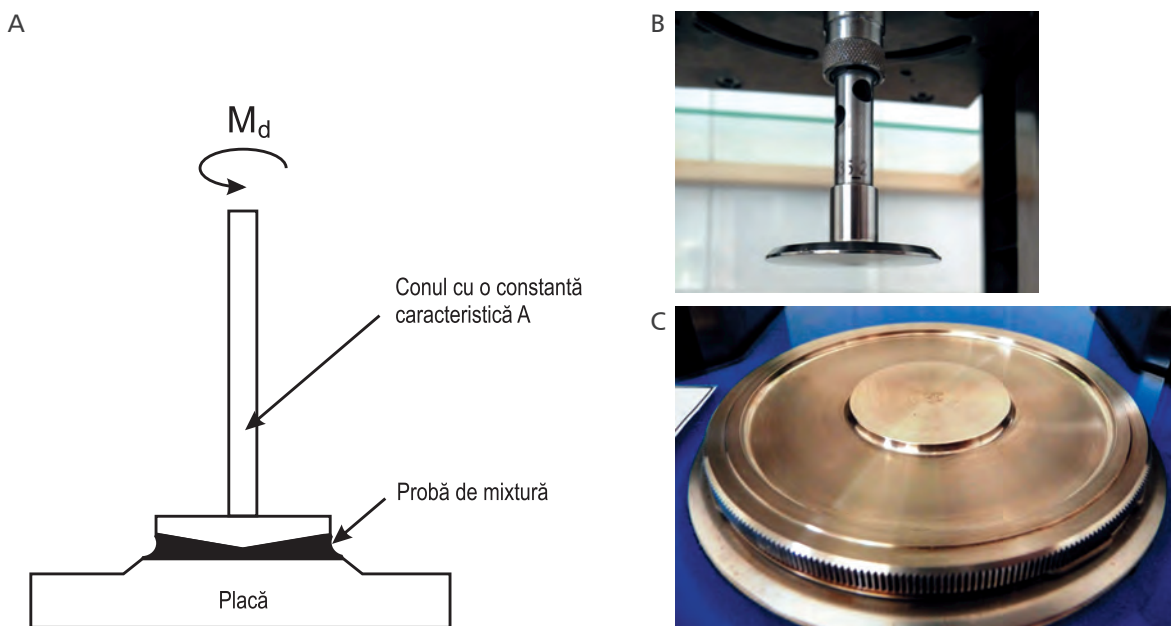


Figura 13.9. Schema sistemului de măsurare cu proba de bitum amplasată în timpul încercării (A) și vederea de ansamblu a componentelor acestuia – conul (B) și placa (C)

Pe baza valorii cunoscute a cuplului și a coeficientului conului, aparatura de măsurare calculează rezultatul viscozității conform ecuației următoare:

$$\eta = \frac{A \cdot M_d}{\gamma} [\text{Pa} \cdot \text{s}]$$

în care:

A – coeficientul conului exprimat în $[\text{m}^{-3}]$

M_d – cuplu exprimat în $[\text{N} \cdot \text{m}]$

γ – viteza de forfecare exprimată în $[\text{s}^{-1}]$

Rezultatul final al viscozității dinamice exprimat în $[\text{Pa} \cdot \text{s}]$ sau $[\text{mPa} \cdot \text{s}]$ este calculat ca medie aritmetică a celor două determinări și dat împreună cu viteza de forfecare aferentă și temperatura încercării.

13.5.4. Determinarea viscozității dinamice cu ajutorul viscozimetrului rotativ Brookfield

O vedere a viscozimetrului Brookfield [EN 13302, ASTM 4402] pentru determinarea viscozității dinamice și a sistemului de măsurare sunt prezentate în figura 13.10.

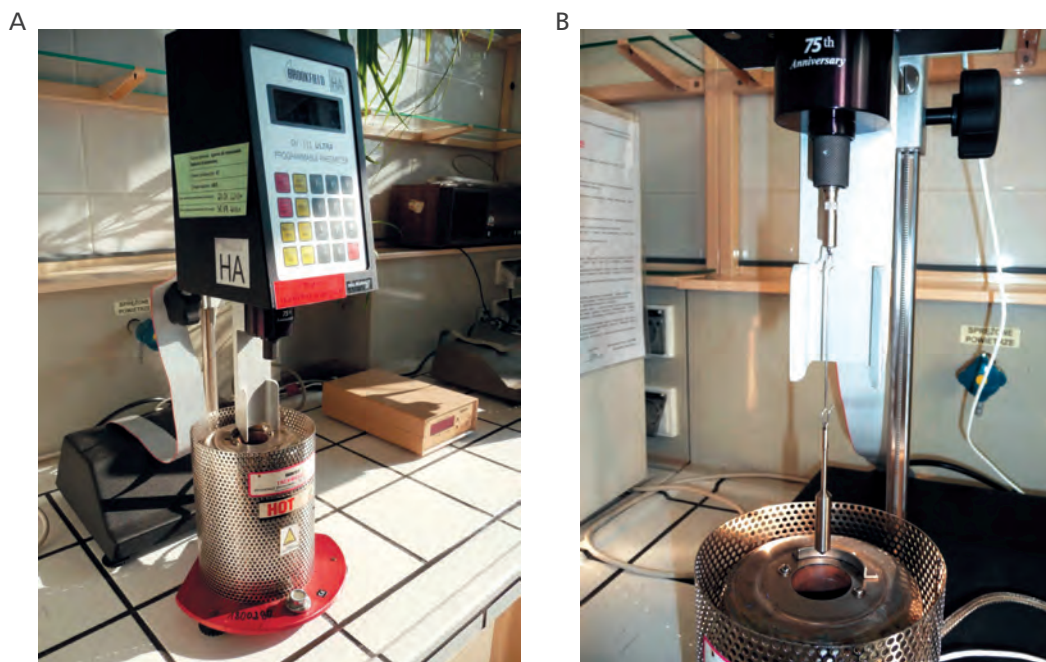


Figura 13.10. O vedere de ansamblu a viscozimetrului Brookfield (A) și un prim plan al axului și al recipientului termostatat pentru proba de bitum (B) (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o., mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

Esența efectuării încercării pentru determinarea viscozității dinamice este stabilirea dependenței rezistenței relative la rotația axului rotativ într-un recipient special ce conține proba analizată la o viteză de rotație prestabilită a axului. Valoarea viscozității dinamice a fluidului analizat este citită direct din indicatorul viscozimetrului, cuplul axului trebuind să se afle într-un anumit interval. În cazul neîndeplinirii acestei condiții se schimbă tipul axului cu altul care are un coeficient de formă caracteristic.

Schema viscozimetruului Brookfield și vederea de ansamblu a axelor cu diverși coeficienți de formă sunt prezentate în figura 13.11. Forma axului utilizat (de obicei se folosesc numerele axelor) trebuie menționată împreună cu rezultatul analizei viscozității în aparatul Brookfield.

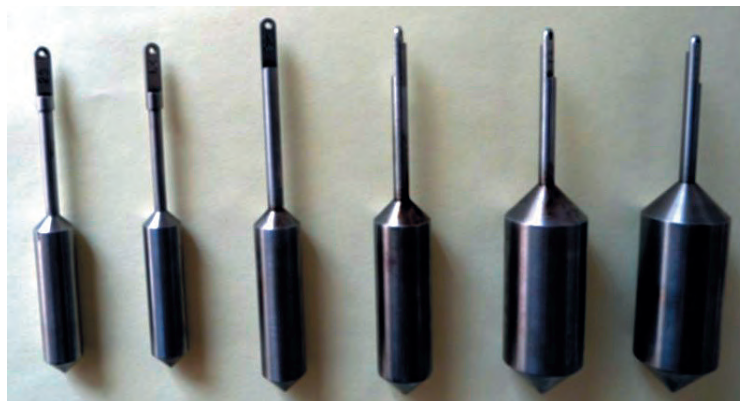


Figura 13.11. Schema viscozimetruului Brookfield și vederea de ansamblu a axelor cu diverși coeficienți de formă (fot. ORLEN Asphalt sp. z o.o., mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium sp. z o.o.)

Rezultatul final al viscozității dinamice exprimat în [Pa·s], [mPa·s] sau [cPa] este calculat ca medie aritmetică a trei determinări.

13.6. Rezultatele încercărilor pentru determinarea viscozității lianților produși de ORLEN Asphalt

În tabelul 13.1. sunt prezentate mediile aritmetice ale rezultatelor încercărilor pentru determinarea viscozității bitumurilor produse de ORLEN Asphalt între anii 2010-2012.

Tabelul 13.1.

Mediile aritmetice ale rezultatelor determinării viscozității bitumurilor produse de ORLEN Asphalt între anii 2010-2012.

Tipul de bitum	cinematică		dinamică		
	cu ajutorul viscozimetruului de tip BS/IP/RF	prin metoda vacuum capilar	cu ajutorul viscozimetruului rotativ Brookfield		
Document de referință	EN 12595	EN 12596	ASTM D4402 EN 13302		
Parametri echipament	-	-	Nr. ax: *) nr. 29, **) nr. 27, ***) nr. 21		
Unitate	mm ² /s	Pa·s	Pa·s		
Temperatura de testare	135°C	60°C	90°C	135°C	160°C
20/30 *)***)	1599	3318	70,80	2,06	0,43
35/50 **)	696	630	23,91	0,82	0,25
50/70 ***)	498	288	9,50	0,46	0,17
70/100 ***)	385	165	7,47	0,41	0,15
BITREX 35/50 *)***)	-	-	66,93	1,47	0,41
BITREX 50/70***)***)	-	-	16,09	0,58	0,18
ORBITON PMB 10/40-65 ***)	-	-	130,00	2,52	0,68
ORBITON PMB 25/55-60 **)	-	-	87,50	1,97	0,54
ORBITON PMB 45/80-55 **)	-	-	44,33	1,12	0,22
ORBITON PMB 45/80-65 ***)	-	-	81,57	1,54	0,49
ORBITON 65/105-60 *)***)	-	-	70,00	1,23	0,39

14 ALTE PROPRIETĂȚI ALE BITUMURILOR

14.1. Densitatea biturilor

Densitatea biturilor este determinată conform standardelor:

- EN ISO 3838 *Țiței și produse petroliere lichide sau solide. Determinarea densității sau a densității relative. Metoda picnometrului cu dop capilar și metoda picnometrului bicapilar gradat*
- EN 15326 *Bitum și lianți bituminoși. Măsurarea densității și greutateii specifice. Metoda picnometrului cu dop capilar*

În mod standard, în laboratoarele care colaborează cu ORLEN Asphalt, densitatea tuturor biturilor este determinată la 15°C cu o frecvență bianuală. Rezultatele actuale sunt disponibile la Departamentul de Tehnologie, Cercetare și Dezvoltare (datele de contact pe coperta 4 a Ghidului) și sunt publicate pe pagina www.orlen-asfalt.pl la secțiunea Informații Tehnice/Pentru laboratoare.

Pentru proiectarea mixturilor asfaltice se pot admite următoarele densități ale lianților bituminoși, prezentate în tabelul 14.1.

Tabelul 14.1.

Exemple de rezultate ale determinării densității biturilor la 15°C (2012)

Tipul bitumului	Densitatea la 15°C conform EN ISO 3838 sau EN 15326 [Mg/m ³]	Densitatea la 25°C convertită din măsurarea la 15°C [Mg/m ³]
Rutier 20/30	1,028	1,022
Rutier 35/50	1,021	1,015
Rutier 50/70	1,016	1,010
Rutier 70/100	1,014	1,008
Rutier 100/150	1,013	1,007
Rutier 160/220	1,012	1,006
Multigrad BITREX 35/50	1,011	1,005
Modificat ORBITON PMB 10/40-65	1,020	1,014
Modificat ORBITON PMB 25/55-60	1,024	1,018
Modificat ORBITON PMB 45/80-55	1,026	1,020
Modificat ORBITON PMB 45/80-65	1,014	1,008

Valorile densității biturilor menționate în tabelul 14.1 în coloana 2 se referă la măsurători la 15°C. În timpul utilizării biturilor la alte temperaturi trebuie convertită densitatea dată la 15°C în densitate la temperatura de utilizare conform ecuației:

$$\rho_x = \rho_{15} - (0,00061 \cdot \Delta t)$$

în care:

ρ_x – densitatea la temperatura dorită X

ρ_{15} – densitatea la temperatura de 15°C în Mg/m³

Δt – diferența de temperatură (X – 15), X ∈ {15,16...200}

În coloana 3 din tabelul 14.1. sunt menționate valorile densității biturilor convertite la temperatura de 25°C.

14.2. Solubilitatea biturilor

În timpul efectuării extracției probei de mixtură asfaltică conform EN 12697-1 pot fi utilizați diverși solvenți. În tabelul 14.2 sunt prezentate rezultatele analizei solubilității lianților bituminoși produși de ORLEN Asphalt, cu utilizarea metodei de lucru conform EN 12592. Rezultatele menționate, conform EN 12592, pot fi utilizate pentru calcularea „T” conform punctului A.4. din standardul EN 12697-1.

Tabelul 14.2.

Rezultatele analizei solubilității lianților bituminoși produși de ORLEN Asphalt, conform EN 12592

Tipul de bitum		Solubilitate în xilen % m/m	Solubilitate în tetracloroetilenă % m/m	Solubilitate în toluen % m/m
bitum rutier	35/50	99,80	99,80	99,95
	50/70	99,90	99,85	99,90
	70/100	99,95	99,95	99,95
bitum modificat ORBITON	10/40-65	99,65	99,60	99,90
	25/55-60	99,85	99,80	99,75
	45/80-55	99,90	99,90	99,90
	45/80-65	99,65	99,70	99,70
	65/105-60	99,75	99,65	99,70
bitum multigrad BITREX	35/50	99,95	99,95	99,95
	50/70	99,85	99,95	99,75

Solubilitățile determinate prin metoda Soxhlet au indicat rezultate la nivelul 100% m/m.

14.3. Alte proprietăți fizice

Căldura specifică a bitumului:

Căldura specifică a bitumului depinde de tipul bitumului și de temperatură. Valoarea căldurii specifice a bitumului la temperatura 0°C este de 1670 J/(kg·K) până la 1800 J/(kg·K).

Cu aproximație, se admite o valoare medie pentru diverse tipuri de bitumuri de 1700 J/(kg·K) la temperatura de 0°C.

Căldura specifică a bitumului pentru o temperatură dată poate fi calculată conform formulei:

$$c_t = 1700 + 2,1 \cdot t$$

în care:

c_t – căldura specifică a bitumului [J/(kg·K)] la temperatura dorită t

t – temperatura [°C], pentru care calculăm căldura specifică a bitumului, $t \in \langle 0,1,2...200 \rangle$

Extensibilitatea bitumului:

Coeficientul extensibilității volumetrice a bitumului în intervalul de temperatură de la 15°C la 200°C este de 0,00061.

Conductivitatea termică:

Conductivitatea termică a bitumului este de 0,157 W/m·K. Trebuie reținut că aceasta scade cu 15% la temperaturi de peste 100°C.

Constanta dielectrică

Constanta dielectrică (50 Hz):

la temperatura de 0°C –	2,6
la temperatura de 100°C –	3,0

15

CONTROLUL CALITĂȚII LIVRĂRILOR DE BITUMURI CONFORM STANDARDULUI EN ISO 4259

15.1. Reguli de recepție calitativă conform standardului EN ISO 4259

Se întâmplă uneori ca între client și furnizor să apară litigii referitoare la calitatea liantului bituminos furnizat. Să luăm, de exemplu, cerința pentru punctul de rupere Fraass „ $T_{\text{Fraass}} \leq -18^{\circ}\text{C}$ ”. Este adevărat că, dacă primim din laboratorul clientului rezultatul $T_{\text{Fraass}} = -17^{\circ}\text{C}$, acest lucru înseamnă că produsul livrat este neconform cu cerințele? La aceste întrebări oferă răspunsuri standardul SR EN ISO 4259 *Produse petroliere. Determinarea și aplicarea valorilor fidelității referitoare la metodele de încercare*, destinată tocmai acestui scop. Standardul EN ISO 4259 este menționat în toate standardele pentru bitumuri, atât în EN 12591, în EN 14023, cât și în EN 13924.

În continuarea acestui capitol este clarificată această problemă, pe baza exemplului din [4].

15.2. Stabilirea cerințelor

De obicei în specificație este stabilită o cerință de tip „nu mai puțin de (min)” sau „nu mai mult de (max)”, care reprezintă o anumită limită a proprietății analizate. Putem spune că există două tipuri de limite:

- **limită dublă** (maximă și minimă) – de exemplu penetrația la 25°C de la 10 la 50 [0,1 mm] sau punctul de înmuiere T_{IB} de la 48 la 52°C ,
- **limită singulară** (maximă sau minimă) – de exemplu conținutul de parafină de maxim 2,2%;
Trebuie avut în vedere că uneori apare o limită presupusă adițională: de exemplu în cazul analizării solubilității ca cerință singulară „minim 99,0%” în mod logic apare limita adițională 100% – în astfel de cazuri limita singulară se transformă în limită dublă.

În standardul EN ISO 4259 limita superioară este marcată cu A_1 , iar cea inferioară cu A_2 .

Standardul indică și regula ca, pentru ca cerința inclusă în Specificația Tehnică să aibă sens, aceasta ar trebui să ia în considerare reproductibilitatea metodei admise de analiză a proprietății.

Reproductibilitatea (*eng. Reproducibility, R*) este precizia metodei analitice, a cărei unitate de măsură este conformitatea rezultatelor obținute de diverși executanți în laboratoare diferite, atunci când fiecare dintre aceștia analizează un produs identic prin aceeași metodă. Cu alte cuvinte, reproductibilitatea ne permite să evaluăm dacă metoda ne duce la aceleași rezultate în timpul analizelor unui produs identic în laboratoare diferite.

Reproductibilitatea este menționată în fiecare standard referitor la o analiză concretă. De exemplu reproductibilitatea determinării punctului de înmuiere T_{IB} a biturilor rutiere conform EN 1427 este de $R=2,0^{\circ}\text{C}$, iar pentru biturile modificate $R=3,5^{\circ}\text{C}$.

Deci, cerința din Specificația Tehnică are sens, dacă:

- pentru limita dublă (A_1 și A_2) intervalul stabilit nu ar trebui să fie mai mic decât de patru ori valoarea reproductibilității R:

$$(A_1 - A_2) \geq 4 \cdot R$$

- pentru limita singulară (A_1 sau A_2) intervalul stabilit nu ar trebui să fie mai mic decât dublul valorii reproductibilității R:

$$A_1 \geq 2 \cdot R \text{ sau } A_2 \geq 2 \cdot R$$

Dacă în Specificația Tehnică au fost stabilite cerințe care nu îndeplinesc condițiile date, rezultatele obținute vor fi nesigure și semnificația acestora pentru a stabili dacă proba îndeplinește cerințele este îndoielnică.

Dacă nu a fost îndeplinită condiția pentru ca $(A_1 - A_2) \geq 4 \cdot R$ trebuie ori extinse limitele cerinței, ori căutate metode de încercare cu precizie mai mare.

15.3. Evaluarea produsului de către clientul bitumului

Standardul EN ISO 4259 descrie, de asemenea, procedura în timpul recepțiilor calitative ale livrărilor de bitumuri. Procedura la client este următoarea:

Analizăm situația în care clientul a obținut un rezultat singular al testului de control din laboratorul propriu. Clientul poate admite că produsul livrat nu îndeplinește cerința cu un nivel de încredere de 95% numai atunci, când rezultatul analizei (notat cu Y) este următorul:

- pentru limita superioară singulară A_1 :

$$Y > A_1 + 0,59 \cdot R$$

- pentru limita inferioară singulară A_2 :

$$Y < A_2 - 0,59 \cdot R$$

- pentru limita dublă – una din cerințe ar trebui îndeplinită (de obicei este analizat rezultatul din afara limitei minime sau maxime a intervalului cerințelor).

Exemplu:

Furnizorul a produs bitum rutier 35/50 și l-a livrat clientului. Acesta a analizat calitatea livrării și a obținut un rezultat $Pen_{25}=34$ [0,1 mm], să-l numim W2. Poate clientul să admită că a primit un bitum 35/50 conform cu standardul EN 12591, sau ar trebui să trimită o reclamație („penetrație prea mică”)? Limitele normate pentru bitumul 35/50 sunt $A_2=35$ [0,1 mm] și $A_1=50$ [0,1 mm], deci rezultatul W2 se află puțin în afara limitei minime, conform standardului. Standardul pentru analiza penetrării bitumului (EN 1426) definește reproductibilitatea metodei¹ $R=3$ [0,1 mm]. Furnizorul a livrat bitum conform cu standardul? Să calculăm:

$$35 - 0,59 \cdot 3 < W2 < 50 + 0,59 \cdot 3$$

$$33,2 < W2 < 51,8$$

1) Valoarea dată a reproductibilității $R=3$ [0,1 mm] se referă la bitumuri cu penetrație <50 [0,1 mm]

În acest caz rezultatul $W_2=34$ [0,1 mm] se găsește în limitele specificațiilor extinse cu nesiguranța măsurării penetrației. Pentru a refuza o livrare, clientul ar trebui să constate că rezultatul este mai mic de 33,2 [0,1 mm] sau mai mare de 51,8 [0,1 mm].

Clientul bitumului ar trebui să fie conștient de faptul că recepționează un produs conform cu intervalul extins (figura 15.1), adică având o anumită toleranță legată de reproductibilitatea metodei de analiză. De aceea este atât de important să reținem exactitatea metodelor de analiză utilizate.

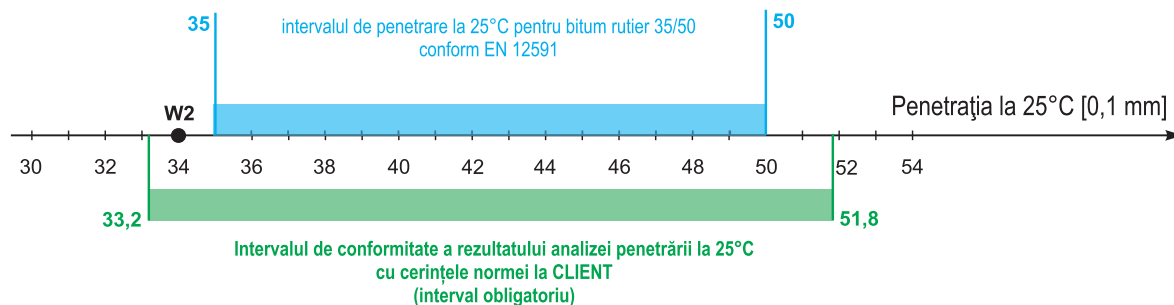


Figura 15.1. Ilustrație exemplificativă – intervalele de conformitate a rezultatului cu cerințele, la furnizor și la client [4].

15.4. Cazuri litigioase

În cazul în care clientul și furnizorul nu pot ajunge la un acord în privința calității produsului livrat, trebuie aplicată procedura de admitere și respingere a rezultatelor în cazurile litigioase. Această procedură este descrisă în standardul EN ISO 4259 și datorită volumului său nu va fi descrisă aici.

15.5. Exemplu cu punctul de rupere

La final să ne întoarcem din nou la analiza menționată anterior a punctului de rupere prin metoda Fraass, care a apărut la începutul capitolului. În standardul EN 12593 referitor la analiza acestei proprietăți a bitumului, reproductibilitatea analizei este de 6°C. Dacă s-a stabilit limita superioară la maxim -18°C atunci aplicând ecuația pentru limita singulară, numai rezultatele „W3” din intervalul:

$$W_3 > -18 + 0,59 \cdot 6$$

$$W_3 > -14,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

pot fi respinse. Adică -15; -16; -17°C (sub -14,5°C) trebuie încă acceptate ca îndeplinind cerința $\leq -18^\circ\text{C}$. Deși pare uimitor, trebuie să reținem că analiza prin metoda Fraass se caracterizează printr-o precizie foarte slabă și de aici acest verdict.

15.6. Valorile selectate ale reproductibilității pentru proprietăți selectate ale biturilor

În tabelul 15.1. sunt prezentate valorile reproductibilității pentru proprietăți selectate ale biturilor și metodele utilizate pentru determinarea acestora.

Tabelul 15.1.

Valorile reproductibilității pentru proprietăți selectate ale biturilor și metodele utilizate pentru determinarea acestora

Proprietate	Metoda de testare	Reproductibilitate R
Penetrație la 25°C	EN 1427:2007	pentru penetrație <50 [0,1 mm] R=3 pentru penetrație ≥50 [0,1 mm] R=6% din valoarea medie
Punct de înmuiere prin metoda inel și bilă	EN 1427:2007	bitumuri rutiere R=2,0°C bitumuri modificate R=3,5°C
Punct de rupere prin metoda A. Fraass	EN 12593:2007	R=6°C

16

SECURITATEA ÎN MUNCĂ

16.1. Introducere

Aspectele generale ale securității în muncă, protecției sănătății și a mediului descrise mai jos se referă la bitumurile de proveniență petrolieră, utilizate la construcția de drumuri, produse de ORLEN Asfalt, ale căror proprietăți normative au fost descrise la capitolele 7, 8 și 9 în acest Ghid.

Informații ecologice și toxicologice detaliate, precum și date referitoare la identificarea pericolelor, la procedura în caz de incendiu sau de eliberare accidentală în mediul înconjurător sunt incluse în fișele tehnice care sunt disponibile pentru toate produsele ORLEN Asfalt.

Deși bitumul nu a fost clasificat ca substanță periculoasă, fișele tehnice ale biturilor sunt disponibile pe scară largă pentru clienții de bitumuri în scopul asigurării unei securități maxime în utilizare și a informațiilor complete despre produs.

Forma și conținutul fișelor tehnice au fost adaptate prevederilor UE – regulamentul **REACH** (Registration Evaluation and Authorisation of Chemicals) și regulamentul **CLP** (Classification, Labelling, Packaging). Toate fișele tehnice actuale pentru bitumurile produse de ORLEN Asfalt pot fi găsite pe pagina de internet a companiei. În acest capitol sunt abordate numai anumite aspecte generale referitoare la securitatea și sănătatea în muncă în timpul lucrului cu bitumurile. Informații complete pe această temă sunt incluse în fișele tehnice menționate mai sus.

Transportul biturilor este reglementat prin prevederile internaționale referitoare la transportul substanțelor periculoase. **Biturile sunt clasificate drept periculoase datorită temperaturii ridicate în timpul transportului.** Marea majoritate a produselor ORLEN Asfalt este transportată cu cisterne auto. Transportul rutier al substanțelor periculoase în Europa este reglementat de acordul internațional **ADR** (L'Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route), care introduce printre altele marcarea corespunzătoare a vehiculului pentru transportul biturilor.

Trebuie constatat în mod absolut că în procesul de identificare a pericolelor și evaluare a riscului trebuie luată în considerare și mixarea biturilor rutiere cu alte substanțe sau aditivi (în afara instalațiilor producătorului de bitum). Astfel de mixturi pot genera pericole suplimentare adiționale. Responsabilitatea pentru modificările care pot transforma bitumul într-o substanță periculoasă pentru sănătatea umană sau pentru mediul înconjurător revine producătorilor de astfel de mixturi.

Pericolele potențiale pentru sănătate în timpul producției, depozitării, transportului și utilizării biturilor rutiere sunt prezentate la punctele următoare ale capitolului.

16.2. Arsuri cu bitumuri (contactul cu pielea, ochii)

Temperatura în timpul lucrului cu bitumurile rutiere depășește de obicei 100°C. De aceea, un pericol important care poate apărea în timpul lucrului cu bitumurile sunt arsurile (până la arsuri de gradul trei inclusiv). Arsurile pot avea loc în diverse situații: în timpul operațiilor de rutină (de exemplu, prelevarea de probe, descărcarea cisternei, lucrări de reparații etc.), dar și în timpul avariilor (de exemplu, în timpul unei scurgeri necontrolate de bitum fierbinte în urma deetancheizării cisternei sau a funcționării necorespunzătoare a supapei de închidere.

În timpul lucrului cu bitumul fierbinte trebuie folosit întotdeauna echipamentul de protecție, care cuprinde printre altele:

- cască de protecție cu protecție pentru față și gât. Trebuie să rețineți că ochelarii de protecție protejează numai ochii!
- îmbrăcăminte și încălțăminte de lucru adaptate la temperaturi ridicate,
- mănuși de protecție rezistente la acțiunea temperaturii ridicate (atenție: trebuie să vă asigurați că în mănuși nu va intra bitum lichid!).



Figura 16.1. Cască de protecție cu protecție pentru față – exemplu (fot. ORLEN Asphalt)



Figura 16.2. Mănuși de protecție termorezistente cu manșete – exemplu (fot. ORLEN Asphalt)

Procedura în caz de arsuri:

- trebuie să răciți imediat locul ars cu apă curentă, rece, timp de cel puțin 10 minute,
- nu încercați să îndepărtați bitumul de pe suprafața arsurii,
- în toate cazurile de arsuri grave trebuie solicitat imediat ajutor medical.

16.3. Incendiu

Bitumurile rutiere nu trebuie păstrate la temperaturi de peste 220°C. Toate manipulările trebuie efectuate la temperaturi de min. 30°C sub punctul de inflamabilitate. Este bine de știut că punctul de inflamabilitate (analizat în creuzet deschis prin metoda Cleveland) pentru bitumurile rutiere descrise în acest ghid este de peste 300°C. Standardele bituminoase curente nu solicită determinarea punctului de inflamabilitate în creuzet închis (metoda Martens-Pensky), dar se poate admite că acesta va fi mai mic decât cel obținut din analiza în creuzet deschis.

În cazul supraîncălzirii bitumului în cisternă există probabilitatea apariției unor produse de descompunere inflamabile, care cresc riscul de incendiu și chiar de explozie. Conform fișei de siguranță chimică pregătite de **CONCAWE** (**C**onservation Of **C**lean Air And **W**ater In **E**urope) bitumurile ca atare nu sunt considerate explozibile în baza considerațiilor structurale și a bilanțului de oxigen [7]. În scopul minimizării apariției de vapori trebuie evitată supraîncălzirea bitumului, în urma căreia rezultă și pierderea proprietăților produsului declarate de producător. În timpul exploatării cisternelor trebuie avută în vedere posibilitatea depunerii pe pereții și pe tavanele acestora a unor sedimente piroforice, care pot constitui o sursă de autoaprindere în prezența oxigenului.

Regula de bază referitoare la procedura în caz de incendiu este utilizarea unor mijloace de stingere corespunzătoare. **În timpul stingerii unui incendiu de bitum nu trebuie utilizate jeturi compacte de apă direcționate pe suprafața bitumului fluid** – pericol de împrăscare bruscă a bitumului fierbinte. Apa poate fi utilizată numai pentru răcirea suprafețelor fierbinți.

Mijloacele de stingere corespunzătoare sunt: dioxid de carbon, pulbere de stingere, spumă de stingere, nisip.

Procedura în caz de incendiu al bitumului:

- trebuie să chemați imediat Pompierii,
- dacă acest lucru nu reprezintă un pericol pentru siguranța noastră, trebuie:
 - oprită încălzirea bitumului;
 - închise pompele de recirculare;
 - închise supapele, ceea ce poate duce la limitarea extinderii incendiului.

16.4. Spumarea în prezența apei

În cazul contactului bitumului fierbinte cu apa are loc spumarea bitumului în urma măririi bruște a volumului (transformarea apei în vapori de apă). Apare în acest moment un real pericol de răbufnire a bitumului din cisternă sau rezervor. Spumarea bitumului poate fi însoțită de împrăscări de bitum fierbinte.

Un element foarte important în timpul încărcării este verificarea dacă cisterna conține apă, iar în timpul descărcării bitumului – dacă furtunurile conțin apă sau dacă prezintă umiditate.

Rezervorul de depozitare a bitumului trebuie în orice caz să fie uscat. Rezervorul gol și rece trebuie umplut mai întâi cu o cantitate mică de bitum pentru a permite eventualei umidități aflate în rezervor să se evapore lent. Umplerea rapidă și neatentă a unui rezervor rece, neutilizat de multă vreme, față de care nu există siguranța faptului că este uscat, poate reprezenta un pericol de spumare bruscă a bitumului.

16.5. Vaporii de bitum (ceață bituminoasă, fum)

Bitumurile fierbinți pot emite vapori. De mulți ani industria biturilor susține și organizează cercetări științifice referitoare la riscul profesional potențial care rezultă din expunerea angajaților la vaporii de bitum. În Europa sunt efectuate permanent analize și monitorizări adiționale ale proceselor de producție. În cazul în care temperaturile tehnologice sunt strict controlate astfel încât să se minimizeze emisiile de vapori din bitum și dacă suprafața de lucru cu bitumuri este deschisă sau bine ventilată (controlul condițiilor de lucru) nu s-a constatat clar că vaporii de bitum reprezintă un pericol pentru sănătatea angajaților (nu există suficiente dovezi pentru pericol).

Se recomandă ca în timpul lucrului cu bitumuri fierbinți să se evite contactul cu vaporii și să se evite inhalarea vaporilor sau a ceții produsului supraîncălzit. Expunerile de durată la concentrații mari de vapori/fum ale biturilor fierbinți pot produce iritații ale căilor respiratorii sau iritații ale ochilor și chiar dificultăți de respirație sau greață. Trebuie limitată formarea de vapori de bitum.

Expunerea angajaților la vapori/fum de bitum trebuie redusă prin utilizarea așa-numitelor bune practici [8]:

- menținerea temperaturilor tehnologice la cele mai reduse niveluri posibile,
- ventilare corectă în zona de lucru,
- rotirea echipei pe șantier,
- utilizarea echipamentelor de protecție individuală, mai ales în spațiile închise.

În cazul apariției unor eventuale dificultăți de respirație cauzate de inhalarea excesivă de vapori de bitum trebuie:

- să scoateți victima din zona de pericol la aer curat,
- să cereți ajutor medical în cazul în care dificultățile de respirație persistă.

16.5.1. Hidrogen sulfurat

Compoziția elementară a biturilor este diferențiată în funcție de natura chimică a petrolului din care acestea au fost produse și în funcție de metoda de producție [9]. Totuși, majoritatea biturilor cuprind cantități mici de sulf în compoziția elementară. De aceea, la o depozitare pe termen lung a bitumului fierbinte în rezervoare închise, din bitum poate fi eliberat hidrogen sulfurat (H_2S), a cărui concentrație poate atinge valori periculoase. Deschiderea rezervoarelor care conțin bitum sau intrarea într-un rezervor golit de liant bituminos trebuie să aibă loc conform procedurilor de securitate speciale, conform prevederilor naționale și prevederilor unității. Procedura în cazul apariției hidrogenului sulfurat este reglementată de prevederile naționale de securitate.

REFERINȚE

- [1] Physical differentiation between air-rectified and oxidised bitumens. Technical Committee Task Force. Eurobitume, 15.04.2011
- [2] Encyklopedia fizyki. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. 1972
- [3] West R.C., Watson D.E., Turner P.A., Casola J.R. Mixing and Compaction Temperatures of Asphalt Binders in Hot-Mix Asphalt. NCHRP Report 648. Transportation Research Board. 2010
- [4] Błażejowski K., Styk S. Technologia warstw asfaltowych. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2004
- [5] sursa internet: Wikipedia: <http://pl.wikipedia.org>
- [6] Schramm G.: „Reologia. Podstawy i zastosowania”, Ośrodek Wydawnictw Naukowych, Poznań 1998
- [7] CONCAWE: Chemical Safety Report. Part B. “Bitumen” and “Oxidized Asphalt”
- [8] sursa internet: <http://www.eurobitume.eu/hse>
- [9] Gawel I., Kalabińska M., Piłat J. Asfalty drogowe. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2001
- [10] Development in Asphalt Binder Specifications. Transportation Research Circular E-C147. Transportation Research Board, December 2010

Aprobata Techniczna IBDiM AT/2010-02-1940. Asfalty wielorodzajowe BITREX 20/30

Aprobata Techniczna IBDiM AT/2005-03-1882/1. Asfalty wielorodzajowe BITREX 35/50 i BITREX 50/70

- | | |
|----------------|---|
| SR EN 1426 | Bitum și lianți bituminoși. Determinarea penetrației cu ac |
| SR EN 1427 | Bitum și lianți bituminoși. Determinarea punctului de înmuiere. Metoda cu inel și bilă |
| SR EN ISO 2592 | Determinarea punctului de inflamare și de aprindere. Metoda Cleveland cu vas deschis |
| SR EN ISO 4259 | Produse petroliere. Determinarea și aplicarea datelor de fidelitate relative metodelor de încercare |
| SR EN 12591 | Bitum și lianți bituminoși. Specificații pentru bitumuri rutiere |
| SR EN 12593 | Bitum și lianți bituminoși. Determinarea punctului de rupere Fraass |
| SR EN 12594 | Bitum și lianți bituminoși. Prepararea eșantioanelor de încercat |
| SR EN 12597 | Bitum și lianți bituminoși. Terminologie |
| SR EN 13398 | Bitum și lianți bituminoși. Determinarea revenirii elastice a bitumului modificat |
| SR EN 13399 | Bitum și lianți bituminoși. Determinarea stabilității la depozitare a bitumului modificat |
| SR EN 13587 | Bitum și lianți bituminoși. Determinarea caracteristicilor de tracțiune a lianților bituminoși prin metoda încercării la tracțiune |
| SR EN 13588 | Bitum și lianți bituminoși. Determinarea coeziunii lianților bituminoși prin metoda pendulului |
| SR EN 13589 | Bitumuri și lianți bituminoși. Determinarea caracteristicilor de tracțiune a bitumurilor modificate prin metoda forței de ductilitate |
| SR EN 13632 | Bitum și lianți bituminoși. Vizualizarea dispersiei polimerilor în bitumuri modificate cu polimeri |
| SR EN 13703 | Bitum și lianți bituminoși. Determinarea energiei de deformare |
| SR EN 14023 | Bitum și lianți bituminoși. Cadru pentru specificațiile bitumurilor modificate cu polimeri |
| SR EN 15326 | Bitum și lianți bituminoși. Măsurarea densității și greutății specifice. Metoda picnometrului cu dop capilar |
| SR EN 12606-1 | Bitum și lianți bituminoși. Determinarea conținutului de parafine. Partea 1: Metoda distilării |
| SR EN 12606-2 | Bitum și lianți bituminoși. Determinarea conținutului de parafine. Partea 2: Metoda prin extracție |

- SR EN 12607-1 Bitum și lianți bituminoși. Determinarea rezistenței la întărire sub efectul căldurii și aerului. Partea 1: Metoda RTFOT
- SR EN 14769 Bitum și lianți bituminoși. Îmbătrânire de durată, accelerată, realizată într-un recipient de îmbătrânire sub presiune (PAV).
- SR EN 14771 Bitum și lianți bituminoși. Determinarea modulului de rigiditate și flexiune. Reometru cu bară de încovoiere
- SR EN 14470 Bitum și lianți bituminoși. Determinarea modulului complex de forfecare și a unghiului de fază. Reometru cu forfecare dinamică (DSR)
-
- SR EN 13108-1 Mixturi asfaltice. Specificații pentru materiale. Partea 1: Betoane asfaltice
- SR EN 13108-2 Mixturi asfaltice. Specificații pentru materiale. Partea 2: Betoane asfaltice pentru straturi foarte subțiri
- SR EN 13108-3 Mixturi asfaltice. Specificații pentru materiale. Partea 3: Betoane asfaltice suplă
- SR EN 13108-4 Mixturi asfaltice. Specificații pentru materiale. Partea 4: Mixturi asfaltice tip Hot Rolled Asphalt
- SR EN 13108-5 Mixturi asfaltice. Specificații pentru materiale. Partea 5: Beton asfaltic cu conținut ridicat de mastic
- SR EN 13108-6 Mixturi asfaltice. Specificații pentru materiale. Partea 6: Asfalt turnat rutier
- SR EN 13108-7 Mixturi asfaltice. Specificații pentru materiale. Partea 7: Betoane asfaltice drenante
- SR EN 13108-8 Mixturi asfaltice. Specificații de material. Partea 8: Asfalt recuperat
- SR EN 13108-20 Mixturi asfaltice. Specificații pentru materiale. Partea 20: Procedură pentru încercarea de tip
- SR EN 13108-21 Mixturi asfaltice. Specificații pentru materiale. Partea 21: Controlul producției în fabrică
-
- SR EN 12697-1 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 1: Conținut de liant solubil.
- SR EN 12697-2 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 2: Determinarea granulozității
- SR EN 12697-3 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 3: Recuperarea bitumului. Evaporator rotativ
- SR EN 12697-4 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 4: Recuperarea bitumului: Coloană de fracționare
- SR EN 12697-5 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 5: Determinarea densității maxime
- SR EN 12697-6 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 6: Determinarea masei volumice aparente a epruvetelor bituminoase
- SR EN 12697-7 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 7: Determinarea masei volumetrice aparente a epruvetelor bituminoase cu ajutorul razelor gamma
- SR EN 12697-8 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 8: Determinarea caracteristicilor volumetrice ale epruvetelor bituminoase
- SR EN 12697-9 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 9: Determinarea masei volumice de referință
- SR EN 12697-10 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 10: Compactibilitate
- SR EN 12697-11 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 11: Determinarea afinității dintre agregate și bitum
- SR EN 12697-12 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 12: Determinarea sensibilității la apă a epruvetelor bituminoase

- SR EN 12697-13 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 13: Măsurarea temperaturii
- SR EN 12697-14 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 14: Conținutul de apă
- SR EN 12697-15 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 15: Determinarea sensibilității la segregare
- SR EN 12697-16 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice turnate la cald.
Partea 16: Abraziune prin pneuri cu cuie
- SR EN 12697-17 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice turnate la cald.
Partea 17: Pierderea de material a epruvetelor din mixtură asfaltică drenantă
- SR EN 12697-18 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 18: Încercarea de scurgere a liantului
- SR EN 12697-19 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice turnate la cald.
Partea 19: Permeabilitatea epruvetelor
- SR EN 12697-20 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 20: Încercare de amprentare pe epruvete cubice și cilindrice (CY)
- SR EN 12697-21 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 20: Încercare de amprentare pe cuburi sau epruvete Marshall
- SR EN 12697-21 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice turnate la cald.
Partea 21: Încercarea prin amprentare pe plăci
- SR EN 12697-22 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 22: Încercare de ornieraj
- SR EN 12697-23 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 23: Determinarea rezistenței la tracțiune indirectă a epruvetelor bituminoase
- SR EN 12697-24 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 24: Rezistența la oboseală
- SR EN 12697-25 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 25: Încercare la compresiune ciclică
- SR EN 12697-26 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 26: Rigiditate
- SR EN 12697-29 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 29: Determinarea dimensiunilor epruvetelor bituminoase
- SR EN 12697-30 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice turnate la cald.
Partea 30: Confecționarea epruvetelor cu compactorul cu impact
- SR EN 12697-31 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 31: Confecționarea epruvetelor cu presa de compactare giratorie
- SR EN 12697-32 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 32: Compactarea mixturilor asfaltice în laborator cu compactorul vibrator
- SR EN 12697-33 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 33: Confecționarea epruvetelor cu compactorul cu placă
- SR EN 12697-34 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 34: Încercare Marshall
- SR EN 12697-35 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 35: Malaxare în laborator

- SR EN 12697-36 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 36: Determinarea grosimilor îmbracăminții asfaltice
- SR EN 12697-37 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 37: Încercarea cu nisip cald a adeziunii liantului pe agregate preanrobate pentru HRA (asfalt turnat la cald)
- SR EN 12697-38 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice turnate la cald.
Partea 38: Aparatură comună, calibrare și etalonare
- SR EN 12697-39 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 39: Determinarea conținutului de liant prin calcinare
- SR EN 12697-40 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 40: Permeabilitate in situ
- SR EN 12697-41 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 41: Rezistență la agenții de degivrare
- SR EN 12697-42 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 42: Cantitatea de materiale grosiere străine în asfaltul recuperat
- SR EN 12697-43 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 43: Rezistență la carburanți
- SR EN 12697-44 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 44: Propagarea fisurii la încercarea la flexiune a unui bloc semicircular
- SR EN 12697-45 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 45: Încercarea rigidității la tracțiune în condiții de saturație și îmbătrânire (SATS)
- SR EN 12697-46 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 46: Determinarea fisurării și proprietăților la temperaturi scăzute prin încercări de tracțiune uniaxială
- SR EN 12697-47 Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald.
Partea 47: Determinarea conținutului de cenușă al asfalturilor naturale
-
- ASTM D4402 Standard Test Method for Viscosity Determination of Asphalt at Elevated Temperatures Using a Rotational Viscometer
- ASTM D6521/AASHTO R28 (Standard Practice for Accelerated Aging of Asphalt Binder Using a Pressurized Aging Vessel (PAV)
- ASTM D6648 Standard Test Method for Determining the Flexural Creep Stiffness of Asphalt Binder Using the Bending Beam Rheometer (BBR)
- AASHTO T 315 (Standard Method of Test for Determining the Rheological Properties of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR)
- ASTM D 4124 (Standard Test Method for Separation of Asphalt into Four Fractions)
- ASTM D7405-10a Standard Test Method for Multiple Stress Creep and Recovery (MSCR) of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer
- AASHTO PP 42 Standard Practice for Determination of Low – Temperature Performance Grade (PG) of Asphalt Binders

AUTORII GHIDULUI BITUMURILOR



dr. ing. Krzysztof Błażejowski

Absolvent al facultății de Construcții din cadrul Politehnicii din Varșovia (1992). Autor al multor publicații din domeniul lianților bituminoși și îmbrăcăminților bituminoase. A publicat în Polonia, printre altele, o monografie pe tema mixturii SMA, publicată apoi în USA (Stone Matrix Asphalt. Theory and Practice) în 2010. Director de Tehnologie, Cercetare și Dezvoltare în cadrul ORLEN Asphalt.



dr. ing. Jacek Olszacki

Absolvent al Facultății de Construcții, Arhitectură și Inginerie a Mediului din cadrul Politehnicii din Łódź (2000). Autor al multor publicații din domeniul îmbrăcăminților rutiere din bitum poros și al îmbrăcăminților silențioase. Se ocupă, de asemenea, cu reologia lianților bituminoși, inclusiv cu analizele la DSR. Angajat al Departamentului de Tehnologie, Cercetare și Dezvoltare din cadrul ORLEN Asphalt.



master ing. Hubert Peciakowski

Absolvent al Facultății de Chimie, Petrochimie și Mecanică din cadrul Politehnicii din Varșovia (2003). Se specializează în tematica de cercetare a lianților bituminoși și în aspecte ale proceselor de producție. O arie de interes adițională este influența proprietăților materiilor prime asupra calității produselor finale. Angajat al Departamentului de Tehnologie, Cercetare și Dezvoltare din cadrul ORLEN Asphalt.

Departamentul de Tehnologie, Cercetare și Dezvoltare (TCD)

Este celula de organizare a societății ORLEN Asphalt, care funcționează în divizia de producție. Există de la începutul funcționării societății, și anume din 2003. Se ocupă cu tehnologia de producție, testele de control și de dezvoltare pentru lianții bituminoși, marketingul tehnic și crearea de produse noi. Pentru clienții firmei sunt prestate, de asemenea, servicii de consultanță tehnică în domeniul utilizării lianților bituminoși produși de societate.

Printre realizările Departamentului TCD se numără brevetele de invenție, medalia de aur la Târgul Internațional de Invenții IWIS 2007 și premiul Ministerului Științei și Învățământului din Polonia pentru realizări de inventică.

Consultanța tehnică este disponibilă pentru clienții societății la adresa de email: technology@orlen-asfalt.pl. Vă rugăm să ne contactați în limba engleză.

Consultant



Prof. dr. ing. Mihai Iliescu

Absolvent al Facultății de Construcții din cadrul Universității Tehnice din Cluj-Napoca (1976), în prezent profesor la Departamentul de Infrastructuri și Președinte al Senatului Universității Tehnice din Cluj-Napoca. Discipline predate: Drumuri, Trafic și Siguranța circulației, Autostrăzi, Tehnologii Performante la Drumuri. A publicat, ca singur autor sau în colaborare, 20 cărți și 165 de articole în România și în străinătate. A îndrumat 12 teze de doctorat finalizate, în domeniul drumurilor. Este verficator și expert tehnic al Ministerului Lucrărilor Publice, în domeniul drumurilor.

