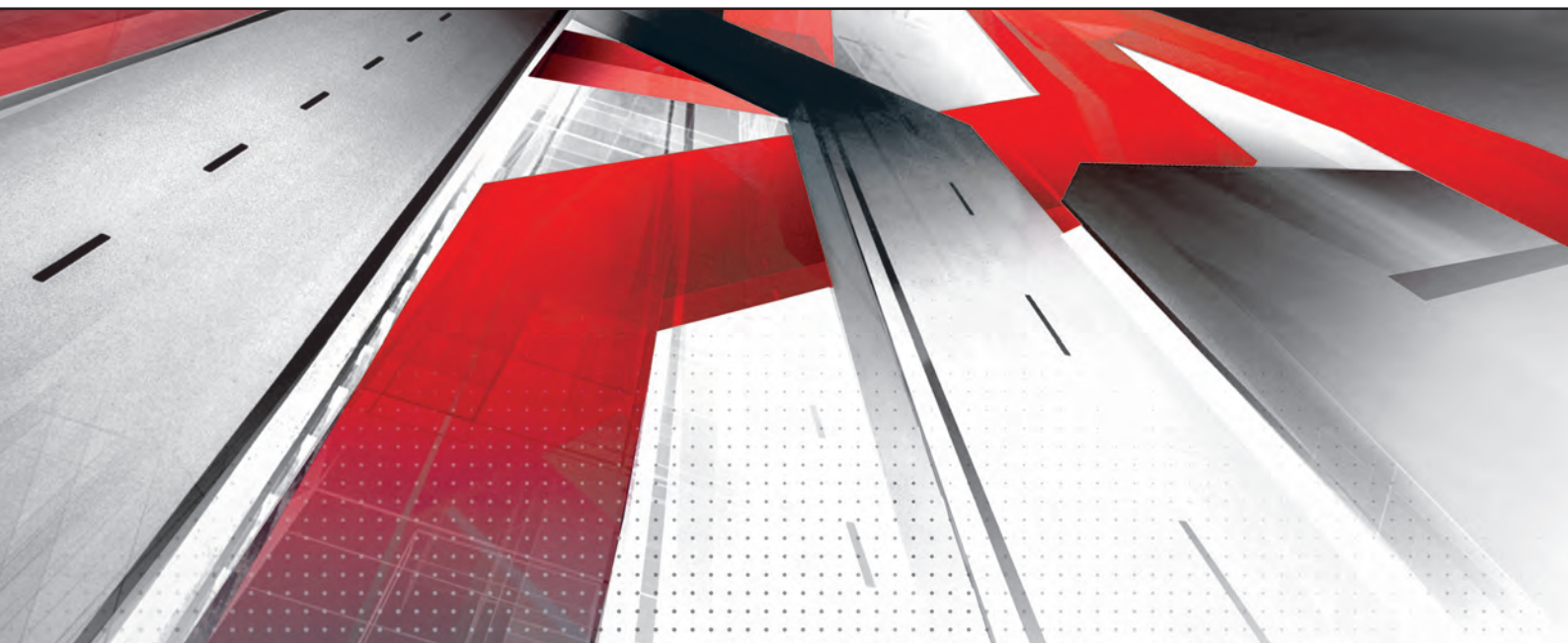


GHIDUL BITUMURILOR

Krzysztof Błażejowski
Marta Wójcik-Wiśniewska



Ghidul Biturilor

ORLEN Asphalt Sp. z o.o., Polonia

Autori:

dr. ing. Krzysztof Błażejowski (Ph.D. Civ.Eng.)

master ing. Marta Wójcik-Wiśniewska (M.Sc. Chem.Eng.)

Consultanță și recenzie:

profesor dr. ing. Mihai Iliescu, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Corectare:

dr. ing. Filomela Săvoiu, SC DRUMEX SRL Cluj Napoca

În Ghidul Biturilor 2016 s-au folosit fragmente de text din publicațiile anterioare: „Ghidul Biturilor 2014” și „ORBITON HIMA. Ghid de utilizare 2015”, ale căror autori au fost:

dr. ing. Krzysztof Błażejowski (Ph.D. Civ.Eng.)

dr. ing. Jacek Olszacki (Ph.D. Civ.Eng.)

master ing. Hubert Peciakowski (Chem.Eng.)

Drepturile de autor aparțin ORLEN Asphalt Sp. z o.o., Plock 2016

ORLEN Asphalt Sp. z o.o.

str. Łukasiewicza 39

09-400 Plock, Polonia

Consultanță

technology@orlen-asfalt.pl

www.orlen-asfalt.ro

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 și formă. Cititorul utilizează datele incluse în publicație pe propria răspundere.

INFORMAȚII DESPRE COMPANIA ORLEN ASFALT	6
Produsele noastre	6
1. PROCESUL DE PRODUCȚIE A BITUMURILOR	8
1.1. TEHNOLOGIA DE PRODUCȚIE A BITUMURILOR ORLEN ASFALT	8
1.1.1. Instalația de oxidare continuă a reziduului de vid conform tehnologiei BITUROX®.....	9
1.1.2. Instalația de oxidare periodică a reziduului de vid – oxidatori	10
1.1.3. Modificarea bitumului	10
2. BITUMURI RUTIERE CONFORM EN 12591	12
2.1. DESCRIEREA STANDARDULUI EN 12591	12
2.1.1. Introducere	12
2.1.2. Sistematizarea marcării bitumurilor rutiere.....	12
2.1.3. Documentele aplicative naționale – cerințele pentru bitumurile rutiere în Polonia și România.....	13
2.1.4. Evaluarea conformității	15
2.2. DESCRIEREA GENERALĂ A BITUMURILOR RUTIERE.....	16
2.2.1. Caracteristici.....	16
2.2.2. Utilizare.....	17
2.2.3. Proprietăți	18
3. BITUMURI MODIFICATE CU POLIMERI ORBITON CONFORM EN 14023	34
3.1. DESCRIEREA STANDARDULUI EN 14023	34
3.1.1. Introducere	34
3.1.2. Sistematizarea marcării lianților bituminoși	35
3.1.3. Documentele aplicative naționale – cerințele pentru bitumurile modificate cu polimeri în Polonia și România	35
3.1.4. Evaluarea conformității	37
3.2. DESCRIERE GENERALĂ A BITUMURILOR MODIFICATE CU POLIMERI	39
3.2.1. Caracteristici.....	39
3.2.2. Destinație.....	40
3.2.3. Proprietăți	41
4. BITUMURI ÎNALT MODIFICATE CU POLIMERI ORBITON HIMA CONFORM PN-EN 14023	59
4.1. INTRODUCERE	59
4.1.1. Descriere generală a bitumurilor înalt modificate cu polimeri	59
4.1.2. Principiul de acționare al bitumurilor înalt modificate HiMA.....	60
4.1.3. Principiile de clasificare a bitumurilor înalt modificate	61
4.1.4. Documentul național de aplicare – cerințele pentru bitumurile înalt modificate cu polimeri în Polonia	62
4.1.5. Utilizarea bitumurilor înalt modificate ORBITON HiMA.....	63

4.2.	PROPRIETĂȚI.....	63
4.2.1.	Proprietăți conform EN 14023:2011.....	64
4.2.2.	Proprietăți conform <i>Superpave</i>	65
4.2.3.	Dependența viscozității de temperatură.....	73
4.2.4.	Temperaturi tehnologice.....	74
4.2.5.	Depozitarea.....	75
4.2.6.	Probe de bitum în laborator.....	75
4.2.7.	Producția mixturii asfaltice.....	76
4.2.8.	Transportul mixturii asfaltice.....	77
4.2.9.	Punere în operă.....	77
4.2.10.	Încercări pentru recepție.....	77
5.	INFLUENȚA LIANTULUI BITUMINOS ASUPRA REZISTENȚEI LA OBOSEALĂ A MIXTURILOR ASFALTICE.....	78
5.1.	INTRODUCERE.....	78
5.2.	FENOMENUL DE OBOSEALĂ ÎN ÎMBRĂCĂMINTEA BITUMINOASĂ.....	78
5.3.	DETERMINAREA REZISTENȚEI LA OBOSEALĂ.....	79
5.4.	REZULTATELE ÎNCERCĂRILOR.....	80
6.	INFLUENȚA LIANTULUI BITUMINOS ASUPRA REZISTENȚEI LA RUPERE A MIXTURII ASFALTICE.....	83
6.1.	INTRODUCERE.....	83
6.2.	FENOMENUL DE RUPERE A ÎMBRĂCĂMINȚII ASFALTICE.....	83
6.3.	ÎNCERCAREA PRIN METODA SCB.....	84
6.4.	REZULTATELE ÎNCERCĂRILOR.....	85
7.	MSCR – ÎNCERCARE DE FLUAJ REVENIRE DUPĂ SOLICITĂRI REPETATE.....	87
7.1.	INTRODUCERE.....	87
7.2.	ANALIZA PROPRIETĂȚILOR BITUMURILOR LA TEMPERATURĂ RIDICATĂ.....	88
7.3.	ÎNCERCAREA MSCR ÎN SUA.....	88
7.4.	ÎNCERCAREA MSCR ÎN EUROPA.....	89
7.5.	EFFECTUAREA ÎNCERCĂRII MSCR.....	89
7.6.	REZULTATELE ÎNCERCĂRILOR.....	91
7.6.1.	Încercarea la temperatură conformă cu <i>Superpave</i>	92
7.6.2.	Încercarea la temperatură conformă cu EN 16659.....	94
7.7.	REZUMAT.....	95
8.	ÎNTĂRIREA FIZICĂ A LIANȚILOR BITUMINOȘI.....	96
8.1.	INTRODUCERE.....	96
8.2.	DESCRIEREA FENOMENULUI DE ÎNTĂRIRE FIZICĂ A BITUMURILOR.....	96
8.3.	METODA DE ÎNCERCARE A ÎNTĂRIRII FIZICE.....	97
8.4.	REZULTATELE OBȚINUTE.....	98
8.5.	REZUMAT.....	100
9.	REZISTENȚA LIANTULUI LA ÎMBĂTRÂNIREA TEHNOLOGICĂ ÎN ASFALTUL TURNAT (MASTIC ASPHALT MA).....	101
9.1.	INTRODUCERE.....	101
9.2.	SCOPUL ȘI DOMENIUL ÎNCERCĂRILOR.....	101

9.3. REZULTATELE OBȚINUTE	102
9.3.1. Modificarea penetrației la 25°C	102
9.3.2. Modificarea punctului de înmuiere.....	104
9.3.3. Determinarea punctului de rupere prin metoda Fraass.....	105
9.3.4. Modificarea viscozității dinamice la temperatura de 60°C	107
9.3.5. Îmbătrânirea biturilor modificate cu polimeri	109
9.4. REZUMAT	110
10. TEHNOLOGIA DE UTILIZARE A BITURILOR.....	111
10.1. SUGESTII DE LABORATOR.....	111
10.1.1. Stabilirea temperaturilor tehnologice	111
10.1.2. Probe de bitum în laborator	112
10.1.3. Adezivitatea bitumului la agregatele minerale	113
10.2. DEPOZITAREA BITUMULUI.....	114
10.3. PRODUCȚIA MIXTURII ASFALTICE	115
10.4. TRANSPORTUL MIXTURII ASFALTICE.....	116
10.5. PUNERE ÎN OPERĂ.....	116
10.6. TEMPERATURI TEHNOLOGICE.....	117
11. SECURITATEA ÎN MUNCA CU BITURILE ȘI PROTECȚIA MEDIULUI.....	118
11.1. INTRODUCERE	118
11.2. PERICOLELE POTENȚIALE PENTRU SĂNĂTATE ÎN TIMPUL PRODUCȚIEI, DEPOZITĂRII, TRANSPORTULUI ȘI UTILIZĂRII LIANȚILOR BITUMINOȘI	118
11.2.1. Transportul biturilor	118
11.2.2. Arsuri cu bitumuri (contactul cu pielea, ochii).....	118
11.2.3. Incendiu (acțiuni de prevenire)	119
11.2.4. Stingerea incendiului de bitum.....	119
11.2.5. Spumarea în prezența apei.....	120
11.2.6. Vaporii de bitum (ceață bituminoasă, fum).....	120
11.2.7. Hidrogen sulfurat	120
11.2.8. Hidrocarburi aromatice policiclice (HAP).....	121
11.3. REZUMAT	121
12. LABORATOARELE DE BITUM ALE GRUPEI DE CAPITAL ORLEN.....	122
12.1. INTRODUCERE	122
12.2. ORLEN LABORATORIUM	122
12.2.1. Informații generale	122
12.2.2. Laboratorul Central al societății ORLEN Laboratorium	123
12.2.3. Laboratorul de Prelucrare a Petrolului.....	124
12.3. RESEARCH INSTITUTE OF INORGANIC CHEMISTRY – VÚANCH, A. S.....	125
12.3.1. Informații generale	125
12.3.2. Laboratorul de cercetare – analitică a lianților bituminoși	126
REFERINȚE	128
AUTORII GHIDULUI BITURILOR.....	130

Firma ORLEN Asphalt a fost înființată în anul 2003, ca urmare a separării sale din structurile gigantului polonez de pe piața de combustibili lichizi – PKN ORLEN și a devenit rapid unul dintre cei mai mari producători și vânzători de bitum din Polonia. De atunci, compania livrează produsele sale către cele mai mari proiecte de drumuri, construindu-și astfel reputația de furnizor de bitumuri de cea mai înaltă calitate și de un partener de afaceri de încredere. Scopul ORLEN Asphalt este creșterea vânzărilor pe piețele europene, construirea imaginii de furnizor important în Europa și menținerea poziției de lider pe piața națională.

Dintre piețele de export, România este una dintre cele mai importante, unde compania deja și – a asigurat statutul de furnizor principal. Cererea în creștere pentru asphalt din această regiune a fost unul dintre principalele motive pentru deschiderea sucursalei ORLEN Asphalt din București, precum și punerea în funcțiune a terminalului feroviar, înființat cu scopul de a îmbunătăți transbordarea asfaltului și de a accelera furnizarea pe linia Polonia – România. Terminalul a fost echipat cu trei rezervoare cu capacitatea totală 5000, cu scopul depozitării asfaltului 50/70 și 70/100.

Începând cu anul 2012 ORLEN Asphalt este, de asemenea, proprietarul societății cehești ORLEN Asphalt Česká republika s.r.o., apărută ca urmare a achiziției în procent de 100% a părților sociale ale societății Paramo Asphalt, care vindea asfalturi produse în rafinăriile cehe din Pardubice și Litvinov.

Suntem o societate transparentă și, din acest motiv, realizăm toate activitățile respectând principiile de coordonare corporativă ale Grupului de Companii PKN ORLEN S.A., 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.

Departamentul de Cercetare și Dezvoltare, ai cărui angajați au pregătit pentru a doua oară pentru Dumneavoastră Ghidul Biturilor, supraveghează asupra asigurării celei mai ridicate calități a produselor oferite. Ghidul reprezintă un compendiu util de informații despre lianții bituminoși și folosirea eficientă a acestora în practică.

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 asfalturile modificate cu elastomer ORBITON în cadrul concursului EUROPRODUS, organizat sub patronatul Ministrului Economiei și al Agenției Polone de Dezvoltare a Antreprenoriatului. Asfalturile 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 „Prodot Verificat”, acordată de „Revista Autostrăzi” și Asociația Inginerilor și Tehnicienilor de Comunicații 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. Societatea a obținut de două ori titlul „Firma de Construcții a Anului”, de asemenea, tehnologia de producție a asfalturilor multigrad BITREX a fost apreciată, obținând Medalia de Aur la Târgul Internațional de Invenții IWIS 2007. În anul 2014 asfalturile înalt modificate cu polimeri ORBITON HIMA au fost distinse cu medalia de aur la Ediția XX a Târgului Internațional de Construcții Rutiere Autostrada -Polonia și a primit premiul de Lider în Inovație 2015 în cadrul concursului Diamantele Infrastructurii Poloneze organizat de Executive Club.

Produsele noastre

Momentan oferta Societății cuprinde asfalturi rutiere, asfalturi modificate ORBITON, asfalturi înalt modificate ORBITON HIMA, asfalturi multigrade și asfalturi oxidate. În urma consolidării efectuate a segmentului de bitumuri, ne-am extins oferta de produse cu asfalturile din Cehia (unitățile de producție Pardubice și Litvinov) și Lituania (unitatea de producție Možeiki).

Pe hartă au fost prezentate locurile de producție a asfalturilor în Grupa de Capital ORLEN Asphalt.



Produsele de asfalt conform locurilor de producție:

PRODUSE POLONIA		PRODUSE CEHIA		PRODUSE LITUANIA
Płock	Trzebinia	Litvínov	Pardubice	Mazeikiai
Bitumuri rutiere 20/30 35/50 50/70 70/100 100/150 160/220 Bitumuri modificate ORBITON 10/40-65 ORBITON 25/55-55 EXP ORBITON 25/55-60 ORBITON 45/80-55 ORBITON 45/80-65 ORBITON 65/105-60 Bitumuri înalt modificate ORBITON 25/55-80 HiMA ORBITON 45/80-80 HiMA ORBITON 65/105-80 HiMA	Bitumuri rutiere 50/70 70/100 160/220 Bitumuri modificate ORBITON 10/40-65 ORBITON 25/55-60 ORBITON 25/55-60 EXP ORBITON 25/55-65 EXP ORBITON 45/80-55 ORBITON 45/80-65 ORBITON 65/105-60 Bitumuri înalt modificate ORBITON 45/80-80 HiMA ORBITON 65/105-80 HiMA Asfalturi oxidate 80/15 95/35	Bitumuri rutiere 50/70 70/100 160/220	Bitumuri rutiere 20/30 30/45 35/50 50/70 70/100 160/220 Asfalturi multigrad VMT 25 VMT 45 VMT 65 Asfalturi rutiere dure AP 15 (10/20) AP 25 (20/30) Asfalturi oxidate 85/15 85/25 85/40 95/35 105/15	Bitumuri rutiere 35/50 50/70 70/100 100/150 160/220 Special Bitumen BNK 40/180

CAPITOLUL 1 PROCESUL DE PRODUCȚIE A BITUMURILOR

ORLEN Asfalt produce o serie de lianți rutieri. În cele două unități de producție, în Rafinăriile din Płock (PKN ORLEN S.A.) și din Trzebinia (ORLEN Południe S.A.) sunt produse următoarele tipuri de bitumuri: bitumuri rutiere, bitumuri modificate ORBITON, bitumuri înalt modificate ORBITON HiMA și bitumuri oxidate (industriale).

Conform Directivei Parlamentului European și al Consiliului European nr. 305/2011 care stabilește condițiile introducerii pe piață a produselor de construcții, la ORLEN Asfalt a fost implementat Sistemul de Control al Producției (CPF), iar unitățile de producție de la Płock (PKN ORLEN) și Trzebinia dețin certificatele necesare CP (Tabelul 1.1).

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

	Numărul Certificatului CPF pentru Płock (PKN ORLEN S.A.)	Numărul Certificatului CPF pentru unitatea din Trzebinia
Bitumuri rutiere	1434-CPR-0183	1434-CPR-0185
Bitumuri modificate cu polimeri ORBITON	1434-CPR-0184	1434-CPR-0186
Bitumuri înalt modificate cu polimeri ORBITON HiMA	1434-CPR-0184	1434-CPR-0186

1.1. TEHNOLOGIA DE PRODUCȚIE A BITUMURILOR ORLEN ASFALT

Lianții ORLEN Asfalt sunt produse din surse convenționale de materie primă, și anume din reziduurile de vid obținute în timpul prelucrării petrolului. Mai jos vă prezentăm schema generală a procesului de obținere a bitumurilor.

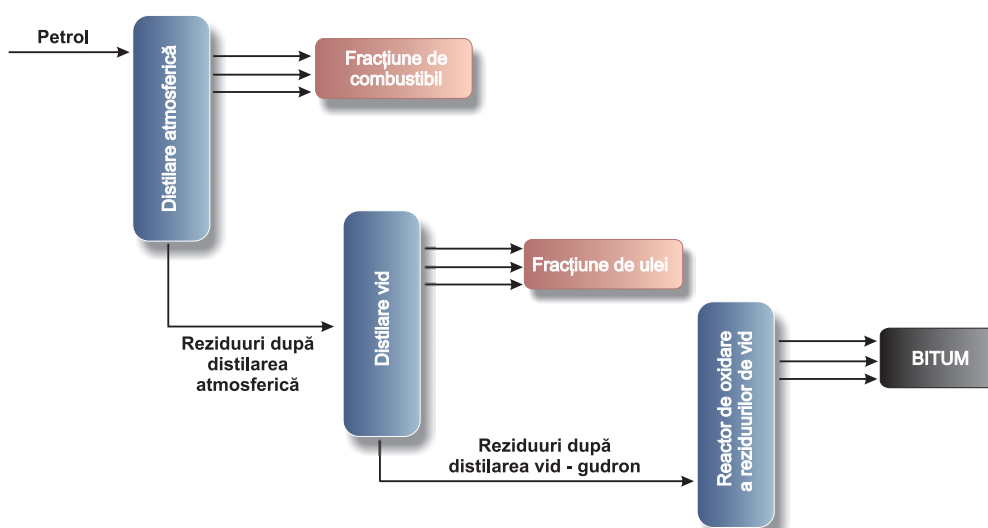


Figura 1.1. Schema de producție a bitumurilor

Cele două etape de distilare a petrolului reprezintă primul pas în procesul de producție a bitumurilor. Distilarea se efectuează inițial sub presiunea atmosferică pentru a separa componentele mai ușoare ale petrolului. Reziduu rezultat se introduce apoi în coloana de vid în care are loc fracționarea lui la presiune redusă. Din coloana de vid se preiau fracțiunile de ulei și reziduu de vid, adică gudronul, care este supus în continuare reacției de oxidare preconizată. Condițiile procesului, cum ar fi presiunea și temperatura, vor varia în funcție de tipul materiei prime prelucrate și a proprietăților necesare ale produsului final. Oxidarea bitumurilor este un proces complex cu caracter

chimic și fizic. Caracterul chimic este dat de procese intense de polimerizare și condensare, care conduc 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). Efectul acestui produs este formarea de rășini și asfaltene în schimbul hidrocarburilor naftenice-aromatice. Mecanismul acestei reacții este în totalitate dependent de temperatura procesului.

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. Procesul de oxidare poate fi introdus în mod continuu sau periodic. Bitumurile obținute în acest fel aparțin unei grupe de lianți bituminoși de tip¹ *semi-blown* sau *air-rectified*.

1.1.1. Instalația de oxidare continuă a rezidului de vid conform tehnologiei BITUROX®

În sistemul de oxidare continuă pot fi produse bitumuri rutiere și de bază pentru producția de bitumuri modificate și înalt modificate. Tehnologia de producție se bazează pe licența firmei austriece Pörrer. Procesul constă în alimentarea continuă, neîntreruptă, a reactoarelor cu materie primă și primirea continuă de produse, care apoi sunt extrudate în rezervoarele de înmagazinare. Procesul se caracterizează printr-o utilizare optimă a oxigenului pentru oxidare și printr-o foarte bună hidrodinamică a reacției. Continuitatea procesului garantează în plus omogenitatea, adică uniformitatea produsului final obținut.

Elementul central al instalației de oxidare continuă sunt reactoarele BITUROX®. Reactorul este un rezervor cilindric vertical sub presiune, echipat cu un cilindru central și cu un agitator cu trei turbine pe axul comun, amplasate în interiorul cilindrului (Figura 1.2).

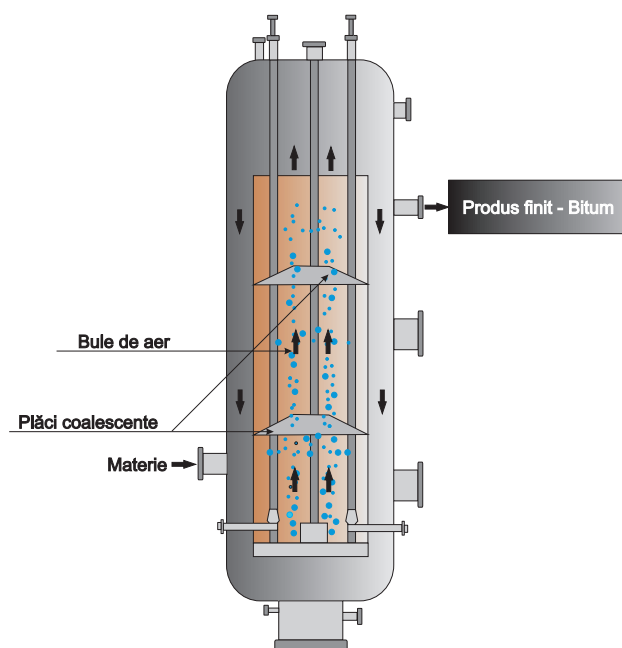


Figura 1.2. Schema reactorului de tip BITUROX®

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 [sursa: *Physical differentiation between air-rectified and oxidised bitumens. Technical Committee Task Force. Eurobitume, 15.04.2011.*]

Aerul, sub forma unor bule mari, se deplasează în sus în interiorul cilindrului, unde pe două nivele este acumulat de plăci coalescente și este spart de turbinele agitatorului în bule mai mici. Datorită acestui lucru are loc în mod continuu refacerea suprafeței de reacție (gudron-aer), proces care are loc intensiv în tot volumul, cu o utilizare mai redusă de aer și într-un timp mai scurt de ședere a materiei prime în reactor. Fluxul de aer este astfel ales, încât cantitatea de oxigen în gazele de evacuare să ajungă la $2 \div 5\%$ (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, unde este omogenizat (amestecat) și supus evaluării calității. Distribuția bitumului în cisterne auto și feroviare are loc în posturi de turnare ermetice. Tot procesul este verificat cu ajutorul sistemului computerizat DCS.



Figura 1.3. 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 este folosită mai ales pentru producția de bitumuri industriale (tip *oxidised bitumens*) și bitumuri speciale, însă poate fi utilizată și pentru producția celorlalte tipuri de bitumuri nemodificate.

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

1.1.3. Modificarea bitumului

Modificarea bitumurilor cu polimeri are ca scop extinderea intervalului de temperatură (așa numitul Interval de Plasticitate), în care liantul dat va indica proprietăți viscoelastice. Principala materie primă pentru producția de bitumuri modificate în firma ORLEN Asphalt sunt bitumuri special selecționate, așa-numitele bitumuri de bază cu

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

proprietăți corespunzătoare, compatibili cu polimerii utilizați. 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 elastomeric*.

1.1.3.1. Instalația de modificare a biturilor cu polimeri

În unitățile de producție ORLEN Asphalt pentru realizarea biturilor modificate se utilizează metoda fizică, bazată pe amestecarea mecanică a bitumului cu polimer cu o eventuală utilizare a aditivilor reticulați (eng. crosslinkers).

Polimerul SBS se introduce în bitumul de bază fierbinte, apoi totul este direcționat către o moară cu putere mare de forfecare, unde are loc măcinarea amestecului, iar în final dizolvarea și omogenizarea acestuia. Produsul final este supus controlului calității în laboratoarele acreditate GK ORLEN.

Tehnologia de producție a biturilor polimerizate a fost proiectată astfel încât amestecul de bitum și polimer să fie stabil și să nu se dezintegreze în timpul depozitării și a transportului.

ORLEN Asphalt livrează produse din cele două instalații de producție de bitumuri polimerizate – din Plock și din Trzebinia. În figura 1.4. este prezentată schema instalației pentru modificarea biturilor de la Plock.

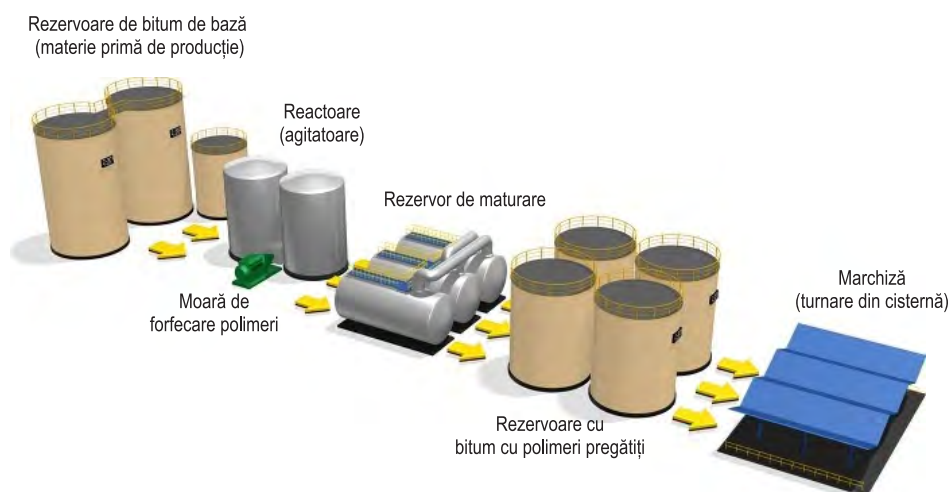


Figura 1.4. Schema instalației pentru modificarea biturilor de la Plock

Ambele instalații, atât cea din Plock, cât și cea din Trzebinia, sunt controlate automat prin folosirea unui sistem computerizat DCS, lucru ce permite un control deplin al procesului de producție, precum și citirea datelor procesuale din trecut.

Datorită utilizării modificatorului 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, datorită proprietăților pe care le au pot fi utilizate pentru elaborarea amestecurilor bituminoase destinate suprafețelor care suportă trafic greu și foarte greu.

Informații detaliate pe tema proprietăților diferitelor tipuri de bitumuri polimerizate se găsesc în capitolele: referitoare la biturile modificate ORBITON (capitolul 3) și referitoare la biturile înalt modificate ORBITON HiMA (capitolul 4).

2.1. DESCRIEREA STANDARDULUI EN 12591

2.1.1. Introducere

Începând cu anul 2010 ORLEN Asfalt produce bitumuri rutiere în conformitate cu cerințele normelor europene EN 12591 care este o parte din pachetul de norme referitoare la lianții bituminoși.

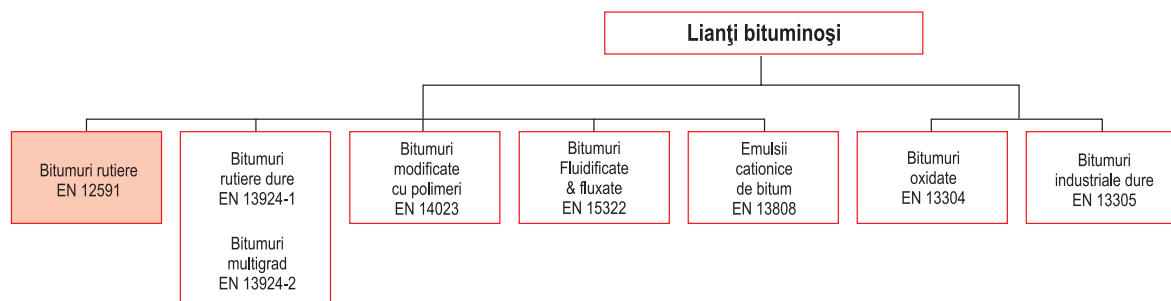


Figura 2.1. Alocarea normelor europene referitoare la diferitele tipuri de lianți. Cu ajutorul culorii a fost marcat standardul descris

Standardul EN 12591:2009 este un standard elaborat pe baza unui mandat, adică la cererea Comisiei Europene pentru CEN (*European Committee for Standardization – Comitetul European pentru Standardizare*). Inițial acesta susține cerințele de bază ale directivei UE referitoare la Produsele pentru Construcții 89/106/EEC (*EU Construction Products Directive CPD 89/106/EEC*). Începând cu 01.07.2013 produsele pentru construcții – inclusiv lianții bituminoși, sunt supuse Regulamentului Parlamentului European și al Consiliului UE nr. 305/2011 (CPR) care stabilește condiții armonizate pentru introducerea lor pe piață.

Standardul EN 12591:2009 „Bitumuri și lianți bituminoși. Specificații pentru bitumurile rutiere” este o normă parțial de clasificare, adică majoritatea cerințelor pentru bitumurile rutiere este fixă, iar pentru câteva lasă statelor membre CEN libertatea de a alege. Standardul prezintă regulile de stabilire a proprietăților și a metodelor de testare corespunzătoare lianților bituminoși destinați pentru construcția și întreținerea drumurilor, a aeroporturilor și a altor suprafețe destinate circulației. De asemenea, conține cerințele complete referitoare la evaluarea conformității. Se așteaptă ca, în viitorul apropiat să aibă loc modificarea standardului EN 12591:2009. Prezenta versiune a standardului EN 12591 (din 2009), de exemplu, încă face referire la vechile reguli conforme directivei CPD, în timp ce noua versiune a standardului trebuie să le modifice conform cerințelor CPR. Modificarea standardului va avea loc în a doua jumătate a anului 2016 sau în 2017.

2.1.2. Sistematizarea marcării bitumurilor rutiere

Bitumurile rutiere produse conform cerințelor standardului EN 12591:2009 se marchează în conformitate cu sistematizarea dată în tabelul 2.1.

Tabelul 2.1. Sistematizarea marcării bitumurilor rutiere produse conform cu standardul european EN 12591

Lianți bituminoși	Bitum rutier
Documentul de referință	EN 12591:2010
Marcarea standardului liantului bituminos	XX/YY
Tipul liantului bituminos produs de către ORLEN Asfalt	20/30, 35/50, 50/70, 70/100, 100/150, 160/220
Explicații pentru marcări: 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]	

2.1.3. Documentele aplicative naționale – cerințele pentru bitumurile rutiere în Polonia și România

Normele europene care conțin cerințele pentru lianții bituminoși presupune că fiecare stat membru CEN va alege proprietățile și nivelurile cerințelor asociate acestora sub forma unei lucrări cu denumirea Document Normativ la normele descrise.

Țările membre elaborează astfel de documente sub forma „Anexelor Naționale” pentru standarde, sau sub forma unor informații cu cerințele specificate stabilite în documente separate, referitoare la materialele și tehnologiile de realizare a îmbrăcăminții bituminoase. Acest lucru permite fiecărei țări să aleagă parametrii optimi pentru definirea trăsăturilor prin care trebuie să fie caracterizați lianții bituminoși utilizați pe teritoriul său. Acest lucru este dictat de condițiile climatice diferențiate în diverse părți ale Europei și mai mulți alți factori tehnologici.

În tabelul 2.2 au fost prezentate cerințele generale referitoare la bitumurile rutiere conform informațiilor cuprinse în standardul EN 12591:2009.

Tabelul 2.2. Cerințele referitoare la toate tipurile de bitumuri rutiere cu penetrația de la 20 la 220×0,1 mm conform standardului EN 12591:2009 (Tabelul 1A și 1B)

Proprietate		Metoda de încercare	Unitatea	20/30	30/45	35/50	40/60	50/70	70/100	100/150	160/220
Proprietățile aplicate tuturor bitumurilor rutiere indicate în prezentul tabel	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
	Punctul 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		°C	≤ 8 sau ≤ 10	≤ 8 sau ≤ 11	≤ 8 sau ≤ 11	≤ 9 sau ≤ 11	≤ 9 sau ≤ 11	≤ 9 sau ≤ 11	≤ 10 sau ≤ 12	≤ 11 sau ≤ 12
	Variația masă* (valoare absolută)		%	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 0,8
	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
Proprietăți ce iau în considerare condițiile specifice naționale	Indice de penetrație	EN 12591 Anexa A	-	-1,5 ÷ +0,7 sau NR	-1,5 ÷ +0,7 sau NR	-1,5 ÷ +0,7 sau NR	-1,5 ÷ +0,7 sau NR	-1,5 ÷ +0,7 sau NR	-1,5 ÷ +0,7 sau NR	-1,5 ÷ +0,7 sau NR	-1,5 ÷ +0,7 sau NR
	Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	Pa · s	≥ 440 sau NR	≥ 260 sau NR	≥ 225 sau NR	≥ 175 sau NR	≥ 145 sau NR	≥ 90 sau NR	≥ 55 sau NR	≥ 30 sau NR
	Punct de rupere Fraass	EN 12593	°C	NR	≤ -5 sau NR	≤ -5 sau NR	≤ -7 sau NR	≤ -8 sau NR	≤ -10 sau NR	≤ -12 sau NR	≤ -15 sau NR
	Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm ² /s	≥ 530 sau NR	≥ 400 sau NR	≥ 370 sau NR	≥ 325 sau NR	≥ 295 sau NR	≥ 230 sau NR	≥ 175 sau NR	≥ 135 sau NR
* variația masei poate fi o valoare pozitivă sau negativă NR – (No Requirement) – semnifică lipsa cerințelor pentru proprietatea respectivă											

În Tabelul 2.3 au fost prezentate cerințele pentru bitumurile rutiere destinate utilizării **în România**, conform anexei naționale NA la standardul SR-EN 12591:2009, valabil împreună cu Tabelul 1A din standardul EN 12591:2009.

Tabelul 2.3. Cerințele referitoare la tipurile de bitumuri rutiere utilizate **în România** conform Anexei Naționale – Anexă națională NA la standardul SR EN 12591:2009

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Tipul bitumului rutier							
			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
Punctul 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		°C	≤ 8 sau ≤ 10	≤ 8 sau ≤ 11	≤ 8 sau ≤ 11	≤ 9 sau ≤ 11	≤ 9 sau ≤ 11	≤ 9 sau ≤ 11	≤ 10 sau ≤ 12	≤ 11 sau ≤ 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
Indice de penetrație ^a	EN 12591 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 Severitatea 2, aceasta trebuie asociată cu cerințele pentru punctul de rupere Fraass sau pentru indicele de penetrație sau pentru ambele, măsurate pe un liant neîmbătrânit (a se vedea tabelul 1B)

^b Variația masă – masa poate fi pozitivă sau negativă.

În schimb, în Tabelul 2.4. 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 1B).

Tabelul 2.4. Cerințele referitoare la tipurile de bitumuri rutiere utilizate în Polonia conform Anexei Naționale – Anexă națională NA la standardul PN-EN 12591:2010.

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Tipul bitumului rutier					
			20/30	35/50	50/70	70/100	100/150	160/220
Penetrație la 25°C	PN-EN 1426	0,1 mm	20-30	35-50	50-70	70-100	100-150	160-220
Punctul de înmuiere	PN-EN 1427	°C	55-63	50-58	46-54	43-51	39-47	35-43
Rezistență la întărire la 163°C	PN-EN 12607-1 (metoda 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	PN-EN ISO 2592	°C	≥ 240	≥ 240	≥ 230	≥ 230	≥ 230	≥ 220
Solubilitate	PN-EN 12592	% (m/m)	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0
Indice de penetrație	PN-EN 12591 Anexa A	–	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Viscozitate dinamică la 60°C	PN-EN 12596	Pa · s	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Punct de rupere Fraass	PN-EN 12593	°C	NR	≤ -5	≤ -8	≤ -10	≤ -12	≤ -15
Viscozitate cinematică la 135°C	PN-EN 12595	mm ² /s	NR	NR	NR	NR	NR	NR
* variația masei poate fi o valoare pozitivă sau negativă NR – (No Requirement) – semnifică lipsa cerințelor pentru proprietatea respectivă								

2.1.4. Evaluarea conformității

Standardul EN 12591:2009 necesită ca producătorul să stabilească, să documenteze și să mențină controlul producției în fabrică (CPF).

Conformitatea proprietăților biturilor rutiere cu cerințele normei și cu valorile menționate trebuie 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*).

Biturile rutiere 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. Certificatul trebuie să fie emis de un organism de notificare.

Sistemul CPF este compus din proceduri, inspecții regulate și testări și/sau evaluări, iar rezultatele trebuie utilizate pentru evaluarea calității produsului finit. În plus, producătorul trebuie să dețină un plan de testare a probelor și să efectueze testări ale tipului pentru fiecare produs. Numerele Certificatelor CPF pentru unitățile de producție ORLEN Asphalt din Trzebinia și PKN ORLEN din Płock, au fost indicate în capitolul 1.

Anexa ZA al standardului EN 12591 include în plus o procedură de evaluare a conformității biturilor rutiere, o diviziune a sarcinilor de evaluare a conformității între producător și organismul de notificare, un capitol referitor la certificat, declarația de conformitate precum și marcajul CE și etichetarea.

În Figura 2.2. este prezentat un exemplu de informații care însoțesc marcajul CE pentru bitumul rutier 50/70 produs de ORLEN Asphalt în anul 2015.


 1434		<i>Marcajul de conformitate CE, constând din simbolul „CE” stabilit în directiva 93/68/EEC</i>
ORLEN Asphalt sp. z o.o. 09-400 Płock, str. Łukasiewicza 39 Poland		<i>Număr de identificare a organismului de certificare</i>
13		<i>Nume sau simbol de identificare și adresa înregistrată a producătorului</i>
18/CPR/2015		<i>Ultimele două cifre ale anului în care s-a aplicat marcajul</i>
PN-EN 12591:2010 (EN 12591:2009)		<i>Numărul certificatului CPF</i>
PN-EN 12591:2010 (EN 12591:2009)		<i>Numărul Standardului European</i>
Bitum rutier:	50/70	<i>Descrierea produsului și informațiile referitoare la caracteristicile reglementate supuse controlului</i>
Penetrație la 25°C	50-70 x 0,1 mm	
Punctul de înmuiere	46 – 54°C	
Rezistență la îmbătrânire la 163°C (EN 12607-1)		
Penetrație reziduală la 25°C după îmbătrânire	≥ 50%	
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire	≤ 9°C	
Modificarea masei după îmbătrânire	≤ 0,5% m/m	
Punct de inflamabilitate	≥ 230°C	
Conținutul elementelor solubile	≥ 99,0% m/m	
Viscozitate dinamică la 60°C	≥ 145 Pa*s	
Punct de rupere	≤ -8°C	
Indice de penetrație	NR	
Viscozitate cinematică la 135°C	NR	

Figura 2.2. Marcajul CE pentru bitumul rutier 50/70 produs de ORLEN Asphalt în anul 2015

2.2. DESCRIEREA GENERALĂ A BITURILOR RUTIERE

2.2.1. Caracteristici

Biturile rutiere sunt cei mai utilizați lianți bituminoși pentru mixturile asfaltice la cald folosite pentru construcția suprafețelor drumurilor.

Biturile rutiere distribuite de către ORLEN Asphalt sunt produse, în principal, în sistemul de oxidare continuă a reziduurilor de vid conform tehnologiei BITUROX®. Aceasta este în prezent una din metodele cele mai moderne de obținere a lianților din materii prime după distilarea petrolului (mai multe informații despre metodele de producție a biturilor în Capitolul 1. A doua tehnologie de producție este oxidarea periodică în oxidatoare.

ORLEN Asphalt produce următoarele tipuri de bitumuri rutiere: 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 conform standardului EN 12591.

În Figura 2.3. este prezentată 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} .

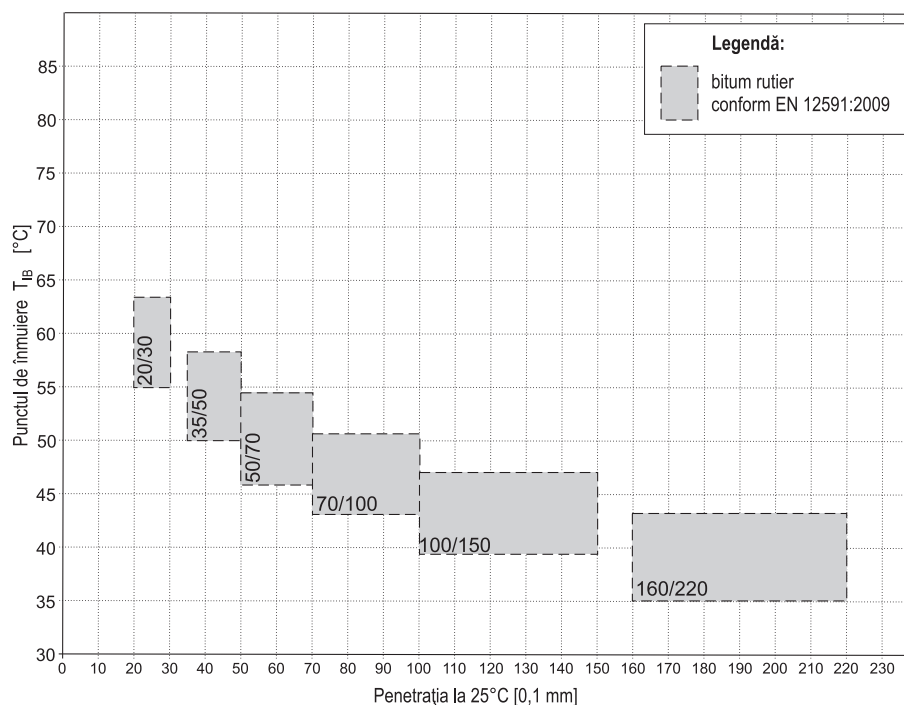


Figura 2.3. Comparația grafică a biturilor rutiere conform EN 12591:2009 referitor la penetrația la 25°C și punctul de înmuiere T_{IB}

2.2.2. Utilizare

Mai jos sunt prezentate utilizările specifice ale tipurilor de bitumuri rutiere.

Bitumul 20/30 este cel mai dur bitum rutier conform EN 12591. Datorită punctului ridicat de înmuiere și sensibilității crescute la fisurare la temperaturi joase, este recomandat pentru utilizarea exclusivă în straturile de legătură și de bază din beton asfaltic, cu modul ridicat de rigiditate în regiunile cu climă temperată și ierni nu foarte reci. Nu lăsați iarna straturile de asfalt 20/30 neacoperite de următorul strat.

Bitumurile rutiere 35/50 și 50/70 sunt cei mai populari lianți folosiți la producția de mixturi asfaltice.

- **Bitumul rutier 35/50** poate fi utilizat pentru betoane asfaltice în straturile de bază și de legătură sau în stratul de uzură ca asfalt turnat pe drumurile cu trafic ușor. Nu trebuie utilizat bitumul 35/50 pentru straturile de uzură pentru betonul de asfalt și MAS/SMA.
- **Bitumul rutier 50/70** poate fi utilizat mai ales pentru betoane asfaltice și MAS/SMA în straturile de uzură cu condiția îndeplinirii cerințelor de rezistență a mixturii la formarea de făgașe. Bitumul 50/70 poate fi utilizat în straturile de bază și de legătură, dar necesită, de asemenea, verificarea rezistenței mixturii la formarea de făgașe. Nu se recomandă folosirea bitumului 50/70 în nici un strat al îmbrăcăminții pe zone cu trafic lent (benzile pentru vehicule cu trafic lent, zonele intersecțiilor etc.).

Bitumul rutier 70/100 poate fi utilizat în mod limitat la betoanele asfaltice și MAS/SMA în straturile de uzură pentru drumurile cu trafic ușor, cu condiția îndeplinirii cerințelor de rezistență a mixturii la formarea de făgașe. Poate fi folosit și la producerea emulsiilor bituminoase.

Bitumurile rutiere 70/100, 100/150 și 160/220 sunt lianți destinați producției de emulsii bituminoase cu destinație diversă.

Din cauza riscului de apariție a făgașelor, utilizarea biturilor rutiere trebuie să fie precedată de un studiu de rezistență a mixturii la formarea de făgașe în conformitate cu EN 12697-22 (Polonia a adoptat condițiile de testare: metoda B, un aparat mic, în aer, temperatura de + 60°C, 10000 cicluri și cerințele față de parametrul WTS_{air} în funcție de tensiunea traficului). Acest lucru se aplică în special secțiunilor de drum situate în zonele de intersecții, trafic lent, parcuri etc.

2.2.3. Proprietăți

În continuarea capitolului sunt prezentate toate proprietățile biturilor rutiere marcate conform EN 12591, împreună cu informațiile suplimentare obținute pe baza unor încercări realizate prin metoda americană *Superpave*. Capitolul include, de asemenea, clasificarea biturilor rutiere în funcție de volumul de trafic, elaborată pe baza rezultatelor încercărilor MSCR (descrierea detaliată a MSCR se află în capitolul 7).

În capitol au fost incluse informații referitoare la temperaturile tehnologice orientative de utilizare a biturilor în mixturile asfaltice și date privind viscozitatea și dependența viscozității de temperatură.

2.2.3.1. Bitum rutier 20/30

Proprietăți conform EN 12591:2009

Cerințele pentru bitumul rutier 20/30 și rezultatele controlului de laborator efectuat în 2015 sunt prezentate în tabelul 2.5.

Tabelul 2.5. Proprietățile bitumului rutier 20/30 produs în anul 2015 (rezultatele încercărilor ORLEN Laboratorium S.R.L., acreditat PCA nr. AB 484)

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Cerință conform PN-EN	Cerință conform SR EN	Valoarea medie a anului 2015
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	20 – 30	20 – 30	27
Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	55 – 63	55 – 63	60,4
Punct de rupere conform Fraass	EN 12593	°C	NR	–	-9
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 240	≥ 240	322
Solubilitate	EN 12592	% (m/m)	≥ 99,0	≥ 99,0	99,93
Modificarea masei după îmbătrânire RTFOT (valoare absolută)	EN 12607-1	% (m/m)	≤ 0,5	≤ 0,5	-0,05
Penetrație reziduală după îmbătrânire RTFOT	EN 12607-1 EN 1426	%	≥ 55	≥ 55	70
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire RTFOT	EN 12607-1 EN 1427	°C	≤ 8	≤ 8 sau ≤ 10	7,0
Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm ² /s	NR	≥ 530	1 280
Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	Pa*s	NR	≥ 440	2 579

Proprietăți conform *Superpave*

Mai jos sunt prezentate proprietățile bitumului 20/30 marcate conform metodei americane *Superpave*, efectuate în anii 2012-2015.

- **Tipul funcțional** (Performance Grade), 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 îmbătrânire RTFOT) $T_{crit} = 84,7^\circ\text{C}$
 - $G^*\cdot\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânire RTFOT și PAV) $T_{crit} = 26,0^\circ\text{C}$
- **Temperaturi critice inferioare** (AASHTO PP 42; EN 14771):
 - temperatura la $S(60) = 300$ MPa $T(S)_{60} = -14,7^\circ\text{C}$
 - temperatura la $m(60) = 0,3$ $T(m)_{60} = -8,1^\circ\text{C}$
 - rigiditatea la temperatura -16°C $S(T)_{-16} = 370,5$ MPa
- **rezultatele și clasificarea biturilor conform metodei MSCR**

Parametrii marcați	Intervalul de temperatură conform <i>Superpave</i>			Intervalul de temperatură conform standardului european		
	AASHTO TP 70 ASTM D7405			EN 16659		
	Probe după îmbătrânire cu metoda RTFOT conform EN 12607-1			Probe înainte de îmbătrânire		
	58°C	64°C	70°C	50°C	60°C	70°C
J_{nr} 0,1 kPa	0,047	0,130	0,305	0,038	0,215	1,040
J_{nr} 3,2 kPa	0,048	0,137	0,342	0,038	0,231	1,260
J_{nr} diff	3,2	5,4	12,3	1,9	7,3	20,8
R 0,1 kPa	51,4	39,9	31,1	49,5	31,1	17,2
R 3,2 kPa	49,5	36,6	23,9	48,3	26,4	6,5
R diff	3,7	8,4	23,4	2,4	15,2	62,2
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră conform parametrului J_{nr} 3,2 kPa (la temperatura încercării)	Extreme	Extreme	Extreme	nu se clasifică		

Dependența viscozității de temperatură

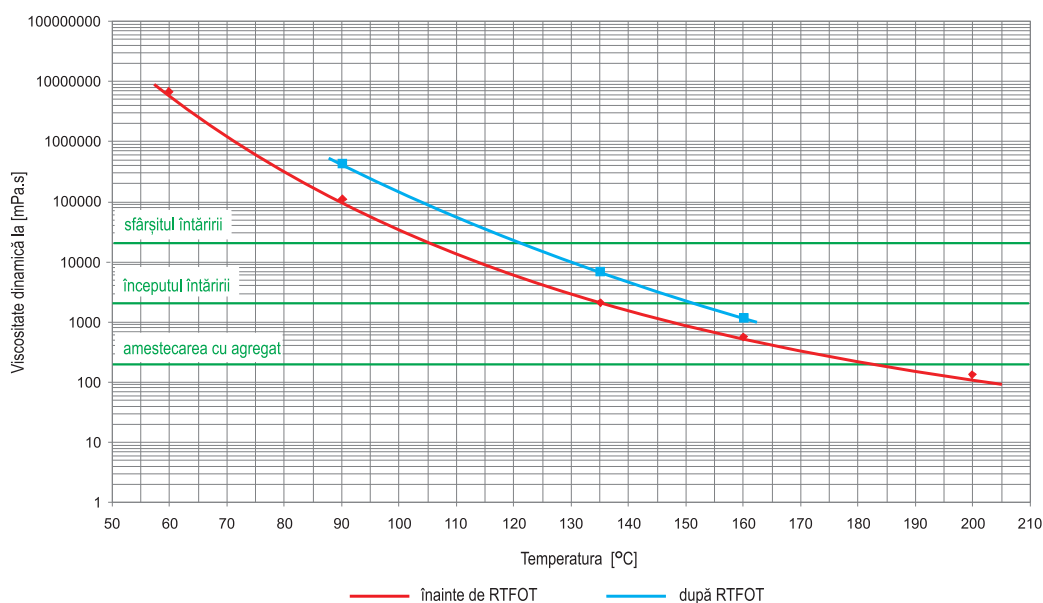


Figura 2.4. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul rutier 20/30

Tabelul 2.6. Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului 20/30 produs în anul 2015. Încercări efectuate la ORLEN Laboratorium S.R.L.

Tip de viscozitate	Metoda de încercare	Documentul de referință	Parametri echipament	Unitatea	Temperatura de testare	Exemplu rezultatul testării de viscozitate
dinamică	capilară în vid	EN 12596	—	Pa*s	60°C	2 579
	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13302	ax nr 21, 29	Pa*s	90°C	94,08
					135°C	1,87
					160°C	0,48
					200°C	0,12
	ax nr 27	Pa*s	90°C după RTFOT	414,33		
			135°C după RTFOT	5,64		
160°C după RTFOT			1,32			
cinematică	viscozimetru de tip BS/IP/RF	EN 12595	—	mm ² /s	135°C	1 280

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe întărite în presa 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 mixturii asfaltice MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 6h)	< 220°C
Temperatura mixturii asfaltice MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 2h)	< 230°C
Observație: în timpul producției mixturii asfaltice MA se recomandă utilizarea aditivilor de reducere a temperaturii tehnologice (amestecarea cu agregatul și punerea în operă), astfel încât producția mixturii asfaltice să aibă loc la o temperatură de sub 200°C.	
Pe șantier	
Temperatura minimă a mixturii mineral asfaltice livrate (în coșul finisorului)	165°C

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 lui 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.

2.2.3.2. Bitum rutier 35/50

Proprietăți conform EN 12591:2009

Cerințele pentru bitumul rutier 35/50 și rezultatele controlului de laborator efectuat în 2015 sunt prezentate în tabelul 2.7.

Tabelul 2.7. Proprietățile bitumului rutier 35/50 produs în anul 2015 (rezultatele încercărilor ORLEN Laboratorium S.R.L., acreditat PCA nr. AB 484)

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Cerință conform PN-EN	Cerință conform SR EN	Valoarea medie a anului 2015
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	35 – 50	35 – 50	41
Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	50 – 58	50 – 58	53,8
Punct de rupere conform Fraass	EN 12593	°C	≤ -5	≤ -5	-10
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 240	≥ 240	324
Solubilitate	EN 12592	% (m/m)	≥ 99,0	≥ 99,0	99,95
Modificarea masei după îmbătrânire RTFOT (valoare absolută)	EN 12607-1	% (m/m)	≤ 0,5	≤ 0,5	-0,04
Penetrație reziduală după îmbătrânire RTFOT	EN 12607-1 EN 1426	%	≥ 53	≥ 53	72
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire RTFOT	EN 12607-1 EN 1427	°C	≤ 8	≤ 8 sau ≤ 11	5,7
Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm ² /s	NR	≥ 370	748
Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	Pa*s	NR	≥ 225	747

Proprietăți conform Superpave

Mai jos sunt prezentate proprietățile bitumului rutier 35/50 marcate conform metodei americane Superpave, efectuate în anii 2012-2015.

- **Tipul funcțional (Performance Grade)**, 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 îmbătrânire RTFOT) $T_{crit} = 74,2^{\circ}\text{C}$
 - $G^*\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânire RTFOT și PAV) $T_{crit} = 23,1^{\circ}\text{C}$
- **Temperaturi critice inferioare** (AASHTO PP 42; EN 14771):
 - temperatura la $S(60) = 300$ MPa $T(S)_{60} = -15,4^{\circ}\text{C}$
 - temperatura la $m(60) = 0,3$ $T(m)_{60} = -11,5^{\circ}\text{C}$
 - rigiditatea la temperatura -16°C $S(T)_{-16} = 338,5$ MPa

• Rezultatele și clasificarea biturilor conform metodei MSCR

Parametrii marcați	Intervalul de temperatură conform <i>Superpave</i>			Intervalul de temperatură conform standardului european		
	AASHTO TP 70 ASTM D7405			EN 16659		
	Probe după îmbătrânire cu metoda RTFOT conform EN 12607-1			Probe înainte de îmbătrânire		
	58°C	64°C	70°C	58°C	64°C	70°C
J _{nr} 0,1 kPa	0,146	0,380	0,807	0,174	0,858	3,520
J _{nr} 3,2 kPa	0,153	0,419	0,926	0,179	0,960	4,010
J _{nr} diff	4,6	10,2	14,8	2,9	11,9	13,8
R 0,1 kPa	32,5	23,7	16,5	25,4	13,3	3,5
R 3,2 kPa	29,4	17,2	8,7	23	6,5	0,2
R diff	9,7	27,2	47,6	9,9	51,3	92,8
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră conform parametrului J _{nr} 3,2 kPa (la temperatura încercării)	Extreme	Extreme	Very heavy	nu se clasifică		

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe întărite în presa 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 mixturii asfaltice MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 6h)	< 220°C
Temperatura mixturii asfaltice MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 2h)	< 230°C
Observație: în timpul producției mixturii asfaltice MA se recomandă utilizarea aditivilor de reducere a temperaturii tehnologice (amestecarea cu agregatul și încorporarea), astfel încât producția mixturii asfaltice să aibă loc la o temperatură de sub 200°C.	
Pe șantier	
Temperatura minimă a mixturii mineral asfaltice livrate (în coșul finisorului)	150°C

Dependența viscozității de temperatură

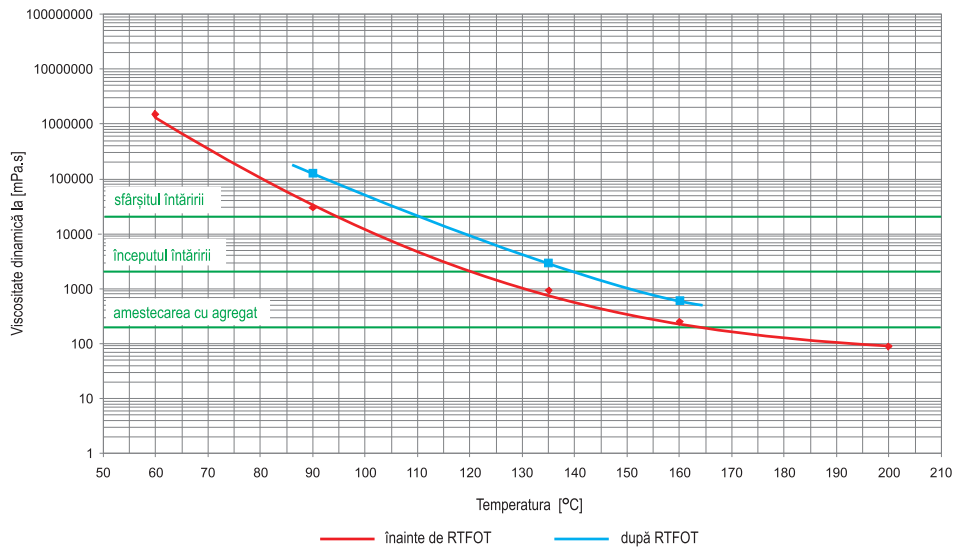


Figura 2.5. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul rutier 35/50

Tabelul 2.8. Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului 35/50 produs în anul 2015. Încercări efectuate la ORLEN Laboratorium S.R.L.

Tip de viscozitate	Metoda de încercare	Documentul de referință	Parametri echipament	Unitatea	Temperatura de testare	Exemplu rezultatul testării de viscozitate
dinamică	capilară în vid	EN 12596	—	Pa*s	60°C	747
	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13302	ax nr 27	Pa*s	90°C	29,39
					135°C	0,95
					160°C	0,28
					200°C	0,08
					90°C după RTFOT	112,00
					135°C după RTFOT	2,23
	160°C după RTFOT	0,55				
	cinematică	viscozimetru de tip BS/IP/RF	EN 12595	—	mm ² /s	135°C

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 lui 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.

2.2.3.3. Bitum rutier 50/70

Proprietăți conform EN 12591:2009

Cerințele pentru bitumul rutier 50/70 și rezultatele controlului de laborator efectuat în 2015 sunt prezentate în tabelul 2.9.

Tabelul 2.9. Proprietățile bitumului rutier 50/70 produs în anul 2015 (rezultatele încercărilor ORLEN Laboratorium S.R.L., acreditat PCA nr. AB 484)

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Cerință conform PN-EN	Cerință conform SR EN	Valoarea medie a anului 2015
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	50 – 70	50 – 70	60
Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	46 – 54	46 – 54	48,6
Punct de rupere conform Fraass	EN 12593	°C	≤ -8	≤ -8	-15
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 230	≥ 230	325
Solubilitate	EN 12592	% (m/m)	≥ 99,0	≥ 99,0	99,95
Modificarea masei după îmbătrânire RTFOT (valoare absolută)	EN 12607-1	% (m/m)	≤ 0,5	≤ 0,5	-0,01
Penetrație reziduală după îmbătrânire RTFOT	EN 12607-1 EN 1426	%	≥ 50	≥ 50	65
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire RTFOT	EN 12607-1 EN 1427	°C	≤ 9	≤ 9 sau ≤ 11	6,7
Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm ² /s	NR	≥ 295	486
Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	Pa*s	NR	≥ 145	291

Proprietăți conform Superpave

Mai jos sunt prezentate proprietățile bitumului rutier 50/70 marcate conform metodei americane *Superpave*, efectuate în anii 2012-2015.

- **Tipul funcțional** (*Performance Grade*), 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 îmbătrânire RTFOT) $T_{crit} = 67,8^\circ\text{C}$
 - $G^*\cdot\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânire RTFOT și PAV) $T_{crit} = 20,5^\circ\text{C}$
- **Temperaturi critice inferioare** (AASHTO PP 42; EN 14771):
 - temperatura la $S(60) = 300$ MPa $T(S)_{60} = -16,6^\circ\text{C}$
 - temperatura la $m(60) = 0,3$ $T(m)_{60} = -15,0^\circ\text{C}$
 - rigiditatea la temperatura -16°C $S(T)_{-16} = 294$ MPa

• Rezultatele și clasificarea biturilor conform metodei

Parametrii marcați	Intervalul de temperatură conform <i>Superpave</i>			Intervalul de temperatură conform standardului european		
	AASHTO TP 70 ASTM D7405			EN 16659		
	Probe după îmbătrânire cu metoda RTFOT conform EN 12607-1			Probe înainte de îmbătrânire		
	58°C	64°C	70°C	58°C	64°C	70°C
J _{nr} 0,1 kPa	0,841	2,010	4,390	0,627	2,510	7,200
J _{nr} 3,2 kPa	0,921	2,240	4,980	0,669	2,790	10,900
J _{nr} diff	9,6	11,5	13,4	6,6	11,0	51,0
R 0,1 kPa	11,3	5,2	3,2	11,2	4,0	2,8
R 3,2 kPa	5,8	1,7	-0,5	7,3	0,9	-2,6
R diff	48,8	68,1	115,8	34,8	76,8	195,3
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră conform parametrului J _{nr} 3,2 kPa (la temperatura încălzirii)	Very heavy	Standard	*	nu se clasifică		
* rezultatul J _{nr} 3,2 kPa după clasificare						

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe întărite în presa 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

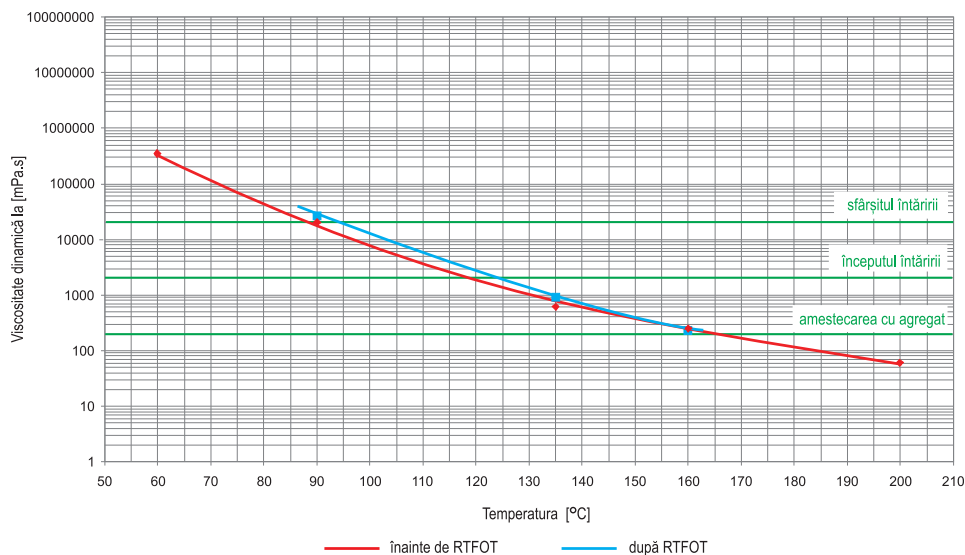


Figura 2.6. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul rutier 50/70

Tabelul 2.10. Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului 50/70 produs în anul 2015. Încercări efectuate la ORLEN Laboratorium S.R.L.

Tip de viscozitate	Metoda de încercare	Documentul de referință	Parametri echipament	Unitatea	Temperatura de testare	Exemplu rezultatul testării de viscozitate
dinamică	capilară în vid	EN 12596	—	Pa*s	60°C	291
	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13302	ax nr 21	Pa*s	90°C	17,10
					135°C	0,63
					160°C	0,22
					200°C	0,06
	ax nr 27	Pa*s	90°C după RTFOT	19,49		
			135°C după RTFOT	0,65		
			160°C după RTFOT	0,21		
cinematică	viscozimetru de tip BS/IP/RF	EN 12595	—	mm ² /s	135°C	486

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 lui 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.

2.2.3.4. Bitum rutier 70/100

Proprietăți conform EN 12591:2009

Cerințele pentru bitumul rutier 70/100 și rezultatele controlului de laborator efectuat în 2015 sunt prezentate în tabelul 2.11.

Tabelul 2.11. Proprietățile bitumului rutier 70/100 produs în anul 2015 (rezultatele încercărilor ORLEN Laboratorium S.R.L., acreditat PCA nr. AB 484)

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Cerință conform PN-EN	Cerință conform SR EN	Valoarea medie a anului 2015
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	70 – 100	70 – 100	84
Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	43 – 51	43 – 51	45,0
Punct de rupere conform Fraass	EN 12593	°C	≤ -10	≤ -10	-13
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 230	≥ 230	326
Solubilitate	EN 12592	% (m/m)	≥ 99,0	≥ 99,0	99,95
Modificarea masei după îmbătrânire RTFOT (valoare absolută)	EN 12607-1	% (m/m)	≤ 0,8	≤ 0,8	0,02
Penetrație reziduală după îmbătrânire RTFOT	EN 12607-1 EN 1426	%	≥ 46	≥ 46	67
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire RTFOT	EN 12607-1 EN 1427	°C	≤ 9	≤ 9 sau ≤ 11	5,1
Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm ² /s	NR	≥ 230	352
Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	Pa*s	NR	≥ 90	145

Proprietăți conform Superpave

Mai jos sunt prezentate proprietățile bitumului rutier 70/100 marcate conform metodei americane *Superpave*, efectuate în anii 2012-2015.

- **Tipul funcțional** (*Performance Grade*), 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 îmbătrânire RTFOT) $T_{crit} = 63,6^{\circ}\text{C}$
 - $G^*\cdot\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânire RTFOT și PAV) $T_{crit} = 19,1^{\circ}\text{C}$
- **Temperaturi critice inferioare** (AASHTO PP 42; EN 14771):
 - temperatura la $S(60) = 300$ MPa $T(S)_{60} = -16,9^{\circ}\text{C}$
 - temperatura la $m(60) = 0,3$ $T(m)_{60} = -16,2^{\circ}\text{C}$
 - rigiditatea la temperatura -16°C $S(T)_{-16} = 285$ MPa

• Rezultatele și clasificarea biturilor conform metodei MSCR

Parametrii marcați	Intervalul de temperatură conform <i>Superpave</i>			Intervalul de temperatură conform standardului european		
	AASHTO TP 70 ASTM D7405			EN 16659		
	Probe după îmbătrânire cu metoda RTFOT conform EN 12607-1			Probe înainte de îmbătrânire		
	58°C	64°C	70°C	58°C	64°C	70°C
J _{nr} 0,1 kPa	2,010	4,570	10,300	1,280	5,850	21,400
J _{nr} 3,2 kPa	2,180	5,070	11,400	1,370	6,500	23,300
J _{nr} diff	8,3	11,0	10,5	6,6	11,1	9,0
R 0,1 kPa	5,4	2,6	-2,5	4,6	1,6	-5,6
R 3,2 kPa	1,2	-0,7	-2,9	2,5	-1,4	-6,3
R diff	77,1	128,0	-17,0	45	189,1	-13,0
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră conform parametrului J _{nr} 3,2 kPa (la temperatura încercării)	Standard	*	*	nu se clasifică		
* rezultatul J _{nr} 3,2 kPa după clasificare						

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe întărite în presa 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

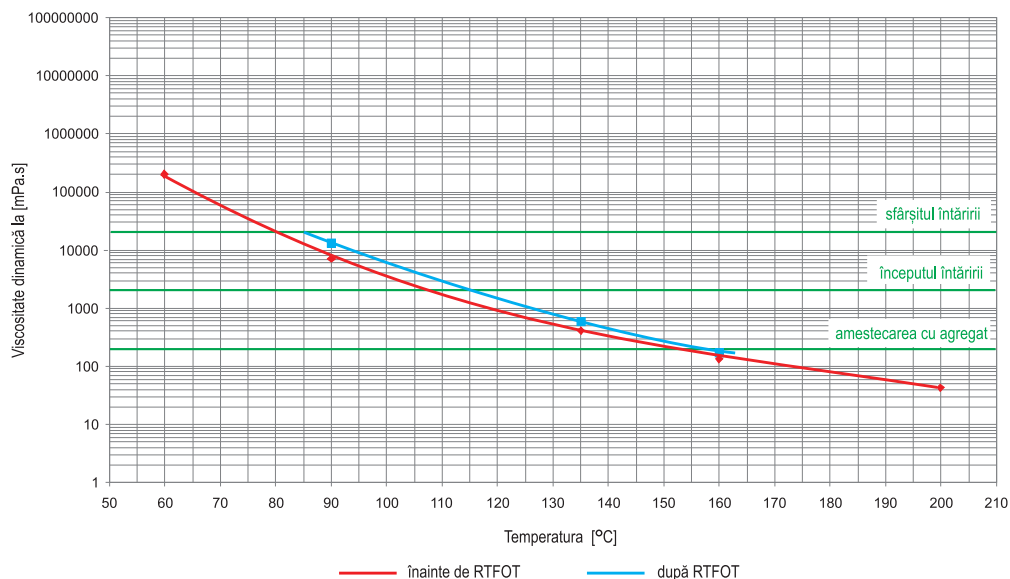


Figura 2.7. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul rutier 70/100

Tabelul 2.12. Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului 70/100 produs în anul 2015. Încercări efectuate la ORLEN Laboratorium S.R.L.

Tip de viscozitate	Metoda de încercare	Documentul de referință	Parametri echipament	Unitatea	Temperatura de testare	Exemplu rezultatul testării de viscozitate
dinamică	capilară în vid	EN 12596	—	Pa*s	60°C	145
	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13302	ax nr 21	Pa*s	90°C	7,31
					135°C	0,39
					160°C	0,14
					200°C	0,04
	ax nr 27	Pa*s	90°C după RTFOT	12,65		
			135°C după RTFOT	0,56		
			160°C după RTFOT	0,18		
cinematică	viscozimetru de tip BS/IP/RF	EN 12595	—	mm ² /s	135°C	352

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 180°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 lui 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.

2.2.3.5. Bitum rutier 100/150

Proprietăți conform EN 12591:2009

Cerințele pentru bitumul rutier 100/150 și rezultatele controlului de laborator efectuat în 2015 sunt prezentate în tabelul 2.13.

Tabelul 2.13 Proprietățile bitumului rutier 100/150 produs în anul 2015 (rezultatele încercărilor ORLEN Laboratorium S.R.L., acreditat PCA nr. AB 484)

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Cerință conform PN-EN	Cerință conform SR EN	Valoarea medie a anului 2015
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	100 – 150	100 – 150	131
Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	39 – 47	39 – 47	41,4
Punct de rupere conform Fraass	EN 12593	°C	≤ -12	≤ -12	-17
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 230	≥ 230	325
Solubilitate	EN 12592	% (m/m)	≥ 99,0	≥ 99,0	99,91
Modificarea masei după îmbătrânire RTFOT (valoare absolută)	EN 12607-1	% (m/m)	≤ 0,8	≤ 0,8	-0,04
Penetrație reziduală după îmbătrânire RTFOT	EN 12607-1 EN 1426	%	≥ 43	≥ 43	59
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire RTFOT	EN 12607-1 EN 1427	°C	≤ 10	≤ 10 sau ≤ 12	4,6
Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm ² /s	NR	≥ 175	267
Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	Pa*s	NR	≥ 55	81

Dependența viscozității de temperatură

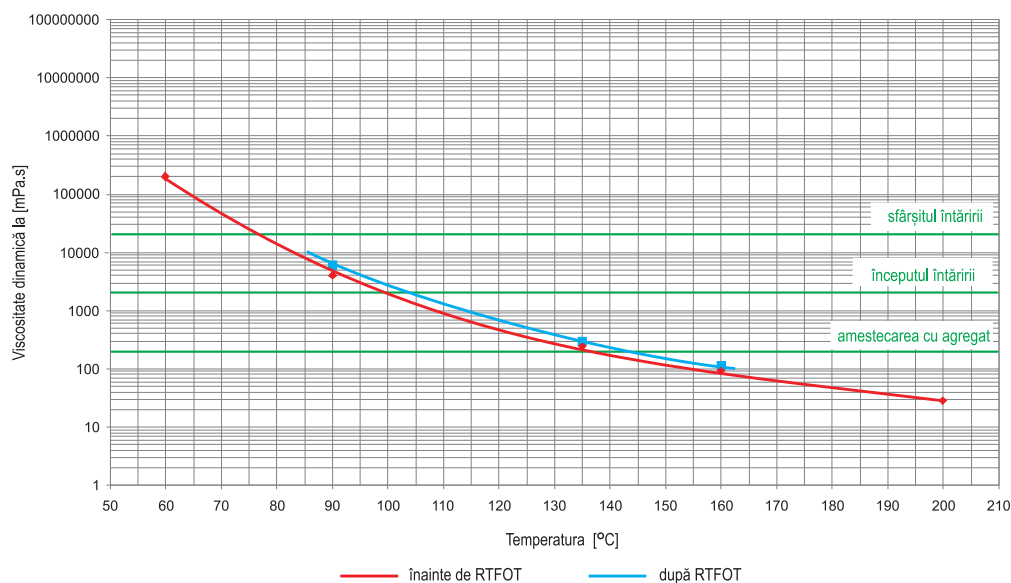


Figura 2.8. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul rutier 100/150

Tabelul 2.14. Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului 100/150 produs în anul 2015. Încercări efectuate la ORLEN Laboratorium S.R.L.

Tip de viscozitate	Metoda de încercare	Documentul de referință	Parametri echipament	Unitatea	Temperatura de testare	Exemplu rezultatul testării de viscozitate
dinamică	capilară în vid	EN 12596	—	Pa*s	60°C	81
	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13302	ax nr 18, 21	Pa*s	90°C	4,08
					135°C	0,26
					160°C	0,10
					200°C	0,03
			ax nr 21	Pa*s	90°C după RTFOT	6,41
					135°C după RTFOT	0,35
			160°C după RTFOT	0,13		
cinematică	viscozimetru de tip BS/IP/RF	EN 12595	—	mm ² /s	135°C	267

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 180°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 lui 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.

2.2.3.6. Bitum rutier 160/220

Proprietăți conform EN 12591:2009

Cerințele pentru bitumul rutier 160/220 și rezultatele controlului de laborator efectuat în 2015 sunt prezentate în tabelul 2.15.

Tabelul 2.15. Proprietățile bitumului rutier 160/220 produs în anul 2015 (rezultatele încercărilor ORLEN Laboratorium S.R.L., acreditat PCA nr. AB 484)

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Cerință conform PN-EN	Cerință conform SR EN	Valoarea medie a anului 2015
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	160 – 220	160 – 220	181
Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	35 – 43	35 – 43	37,4
Punct de rupere conform Fraass	EN 12593	°C	≤ -15	≤ -15	-20
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 220	≥ 220	323
Solubilitate	EN 12592	% (m/m)	≥ 99,0	≥ 99,0	99,96
Modificarea masei după îmbătrânire RTFOT (valoarea absolută)	EN 12607-1	% (m/m)	≤ 1,0	≤ 1,0	-0,03
Penetrație reziduală după îmbătrânire RTFOT	EN 12607-1 EN 1426	%	≥ 37	≥ 37	69
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire RTFOT	EN 12607-1 EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11 sau ≤ 12	4,2
Viscozitate cinematică la 135°C	EN 12595	mm ² /s	NR	≥ 135	218
Viscozitate dinamică la 60°C	EN 12596	Pa*s	NR	≥ 30	52

Dependența viscozității de temperatură

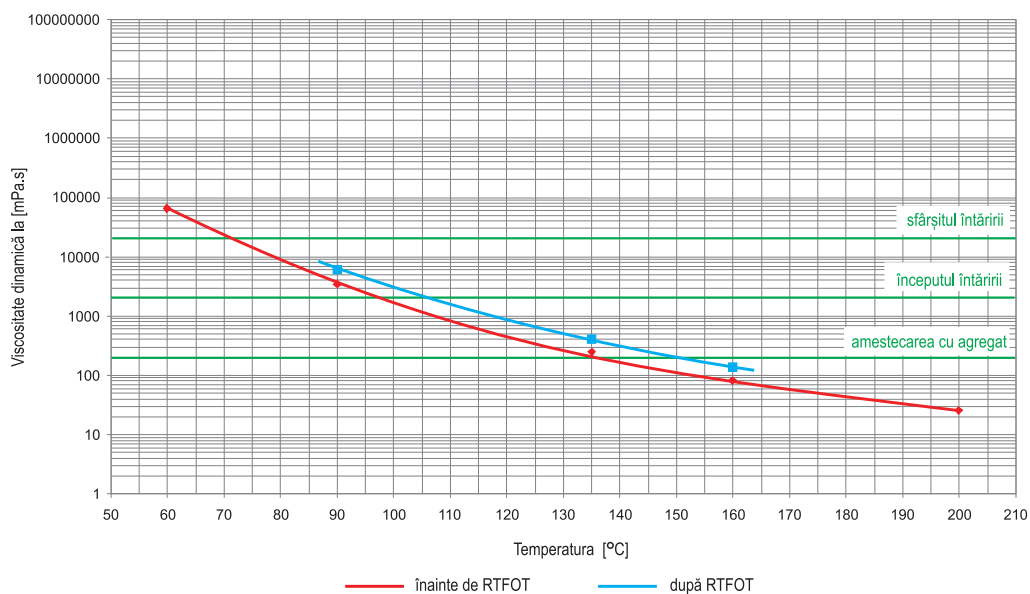


Figura 2.9. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul rutier 160/220

Tabelul 2.16. Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului 160/220 produs în anul 2015. Încercări efectuate la ORLEN Laboratorium S.R.L.

Tip de viscozitate	Metoda de încercare	Documentul de referință	Parametri echipament	Unitatea	Temperatura de testare	Exemplu rezultatul testării de viscozitate
dinamică	capilară în vid	EN 12596	—	Pa*s	60°C	52
	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13302	ax nr 21	Pa*s	90°C	3,36
					135°C	0,23
					160°C	0,08
					200°C	0,03
	ax nr 21	Pa*s	90°C după RTFOT	5,80		
			135°C după RTFOT	0,34		
			160°C după RTFOT	0,14		
cinematică	viscozimetru de tip BS/IP/RF	EN 12595	—	mm ² /s	135°C	218

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 180°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 lui 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.

3.1. DESCRIEREA STANDARDULUI EN 14023

3.1.1. Introducere

Începând cu luna martie a anului 2011, ORLEN Asfalt produce și livrează bitumuri modificate cu polimeri în conformitate cu cerințele standardului EN 14023:2010. Standardul EN 14023 este o parte din pachetul de norme europene referitoare la lianții bituminoși.

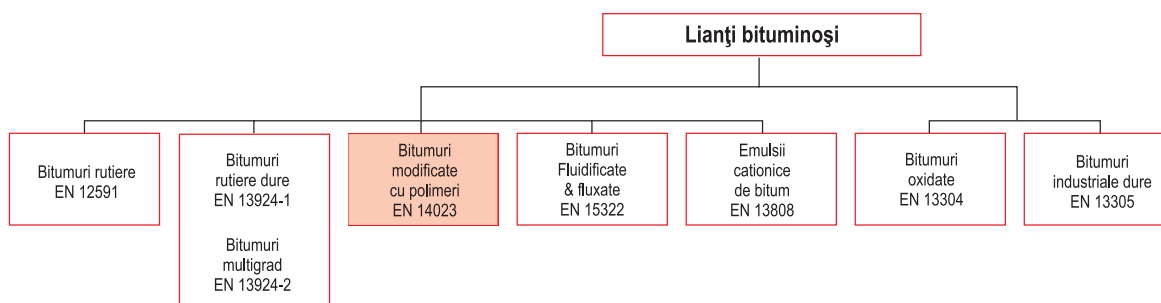


Figura 3.1. Alocarea normelor europene referitoare la diferitele tipuri de lianți. Cu ajutorul culorii a fost marcat standardul descris.

La fel ca standardul EN 12591 pentru bitumurile rutiere, standardul EN 14023 este un standard pe bază de mandat, adică la cererea Comisiei Europene. Inițial, acesta susținea cerințele de bază ale directivei UE referitoare la Produsele pentru Construcții 89/106/EEC (*EU Construction Products Directive 89/106/EEC* așa numitul CPD). Începând cu 01.07.2013 produsele pentru construcții – inclusiv lianții bituminoși, sunt supuse Regulamentului Parlamentului European și al Consiliului UE nr. 305/2011 care stabilește condiții armonizate pentru introducerea lor pe piață.

Standardul EN 14023:2010 („*Bitumuri și lianți bituminoși. Cadru pentru specificațiile 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. De clasificare, adică este o normă care conține un set de proprietăți și o serie de diverse niveluri de cerințe asociate acestora. Acest lucru permite fiecărei țări să aleagă parametrii optimi pentru definirea trăsăturilor prin care trebuie să fie caracterizați lianții modificați pentru drumuri utilizați pe teritoriul său.

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

- **Tabelul 1** – proprietăți necesare pentru toate bitumurile 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 doi și trei includ un set de cerințe adiționale. În tabelele menționate pentru 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 cerință.

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 astfel efectua o analiză a cerințelor și își poate crea propriul document normativ național (Anexă Națională), care introduce standardul de aplicat pe teritoriul său.

De asemenea, standardul conține cerințele complete referitoare la evaluarea conformității.

3.1.2. Sistematizarea marcării lianților bituminoși

Sistematizarea marcării biturilor modificate cu polimeri produse conform cu Standardul European EN 14023 este prezentată în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1. Sistematizarea marcării biturilor modificate cu polimeri produse conform cu standardul european EN 14023

Lianți asfaltici	Bitum modificat
Document de referință	EN 14023:2010
Marcarea standardului a liantului bituminos	PMB X/Y-Z
Tipul liantului bituminos produs de către ORLEN Asphalt	ORBION 10/40-65 ORBION 25/55-60 ORBION 45/80-55 ORBION 45/80-65 ORBION 65/105-60
<p>Explicații pentru marcări: X – limita minimă de penetrație la 25°C [0,1 mm] conform EN 1426, X – limita maximă de penetrație la 25°C [0,1 mm] conform EN 1426, Z – limita minimă a punctului de înmuiere (TIB) [°C] conform EN 1427. PMB – acronimul provine de la „polymer modified bitumen” (de obicei înlocuit cu denumirea comercială a producătorului de bitum)</p>	

3.1.3. Documentele aplicative naționale – cerințele pentru biturile modificate cu polimeri în Polonia și România

Anexele Naționale, adică seturile cu cerințe pentru biturile modificate care se aplică în România și Polonia – informații din anexele naționale corespunzătoare pentru România (NB pentru standardul SR EN 14023:2010) și pentru Polonia (NA pentru standardul PN-EN 14023:2011) au fost prezentate în tabelele 3.2. și 3.3.

Tabelul 3.2. Diviziunea pe tipuri și cerințe pentru bitumurile modificate cu polimeri în România conform anexei naționale NB la standardul SREN 14023:2010

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	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 pendulului (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	0
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 bitumurile utilizate la obținerea emulsiilor bituminoase.

Tabelul 3.3. Diviziunea pe tipuri și cerințe pentru bitumurile modificate cu polimeri în Polonia conform anexei naționale NA la standardul PN-EN 14023:2011/ Ap1:2014-04

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	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		
			interval	clasa	interval	clasa	interval	clasa	interval	clasa	interval	clasa	interval	clasa	
Proprietăți de bază	Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	10-40	2	25-55	3	45-80	4	45-80	4	65-105	6	90-150	8
	Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	≥ 65	5	≥ 60	6	≥ 55	7	≥ 65	5	≥ 60	6	≥ 45	9
	Forță de tracțiune prin metoda ductilometrului (tracțiune 50 mm/min.)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	≥ 2 la 10°C	6	≥ 2 la 10°C	6	≥ 3 la 5°C	2	≥ 2 la 10°C	6	≥ 3 la 5°C	2	NR	0
	Modificarea masei după îmbătrânire*	EN 12607-1	% (m/m)	≤ 0,5	3	≤ 0,5	3	≤ 0,5	3	≤ 0,5	3	≤ 0,5	3	≤ 0,5	3
	Penetrație reziduală la 25°C după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 1426	%	≥ 60	7	≥ 60	7	≥ 60	7	≥ 60	7	≥ 60	7	≥ 50	5
	Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 1427	°C	≤ 8	2	≤ 8	2	≤ 8	2	≤ 8	2	≤ 10	3	≤ 10	3
	Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 235	3	≥ 235	3	≥ 235	3	≥ 235	3	≥ 235	3	≥ 235	3
Proprietăți adiționale	Punct de rupere conform Fraass	EN 12593	°C	≤ -5	3	≤ -10	5	≤ -15	7	≤ -15	7	≤ -15	7	≤ -18	8
	Revenire elastică la 25°C	EN 13398	%	≥ 60	4	≥ 60	4	≥ 70	3	≥ 80	3	≥ 70	3	≥ 50	5
	Revenire elastică la 10°C	EN 13398	%	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0
	Interval de plasticitate	EN 14023	°C	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0
	Scăderea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 1427	°C	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1	TBR	1
	Revenire elastică la 25°C după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 13398	%	≥ 50	4	≥ 50	4	≥ 50	4	≥ 60	3	≥ 60	3	≥ 50	4
	Revenire elastică la 10°C după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 13398	%	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0
	Stabilitate la depozitare – diferență punct de înmuiere	EN 13399 EN 1427	°C	≤ 5	2	≤ 5	2	≤ 5	2	≤ 5	2	≤ 5	2	≤ 5	2
	Stabilitate la depozitare – diferență penetrație	EN 13399 EN 1426	0,1 mm	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0	NR	0

* variația masei poate fi o valoare pozitivă sau negativă
NR – No Requirement (lipsă cerințe)
TBR – To Be Reported (de raportat)

3.1.4. Evaluarea conformității

Conformitatea proprietăților bitumurilor modificate cu polimeri cu cerințele normei EN 14023 și cu valorile menționate (inclusiv clasele) trebuie să fie demonstrată prin:

- testare preliminară a tipului,
- controlul producției în fabrică (CPF).

Standardul necesită ca producătorul să stabilească, să documenteze și să mențină controlul producției în fabrică. Sistemul CPF este compus din proceduri, inspecții regulate și testări, 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 încercările 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.

Bitumurile modificate destinate construcției de drumuri, aeroporturi și alte suprafețe care să suporte trafic pe roți sunt 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. Numerele Certificatelor CPF pentru unitățile de producție ORLEN Asphalt din Płock (PKN ORLEN S.A.) și din Trzebinia, au fost indicate în capitolul 1.

Anexa ZA include în plus o procedură de evaluare a conformității bitumurilor modificate, o diviziune a sarcinilor între producător și organismul de notificare, un capitol referitor la certificat, declarația de conformitate precum și marcajul CE și etichetarea.

În figura 3.2. este prezentat un exemplu de informații care însoțesc marcajul CE pentru bitumul modificat ORBITON 45/80-55 produs de ORLEN Asphalt în anul 2015.


 1434		<p><i>Marcajul de conformitate CE, constând din simbolul „CE” stabilit în directiva 93/68/EEC</i></p> <p><i>Număr de identificare a organismului de certificare</i></p>
<p>ORLEN Asphalt sp. z o.o. 09-400 Płock, str. Łukasiewicza 39 Poland</p> <p>14</p> <p>5/CPR/2015</p>		
<p>PN-EN 14023:2011 (EN 14023)</p>		<p><i>Numărul Standardului European</i></p>
Bitum modificat cu polimeri:	ORBITON 45/80-55	<p><i>Descrierea produsului și informațiile referitoare la caracteristicile reglementate supuse controlului</i></p>
Penetrație la 25°C	45-80 x 0,1mm	
Punctul de înmuiere	≥ 55°C	
Revenire elastică la 25°C	≥ 70%	
Punct de rupere conform Fraass	≤ -15°C	
Punct de inflamabilitate	≥ 235°C	
Forța de tracțiune (viteză 50 mm/min)	≥ 3 J/cm ² w 5°C	
Interval de plasticitate	NR	
Rezistență la îmbătrânire cu metoda RTFOT		
Modificarea masei după îmbătrânire	≤ 0,5%	
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire	≤ 8°C	
Scăderea punctului de înmuiere după îmbătrânire	≤ 2°C	
Penetrație reziduală la 25°C după îmbătrânire	≥ 60%	
Revenire elastică la 25°C după îmbătrânire	≥ 50%	
Stabilitatea de depozitare		
Diferența temperaturii de înmuiere	≤ 5°C	
Diferența penetrației la 25°C	NR	

Figura 3.2. Marcajul CE pentru bitumul rutier 45/80-55 produs de ORLEN Asphalt în anul 2015

3.2. DESCRIERE GENERALĂ A BITUMURILOR MODIFICATE CU POLIMERI

3.2.1. Caracteristici

Bitumurile modificate cu polimeri sunt o grupă de lianți rutieri dezvoltată special în scopul creșterii durabilității îmbrăcăminții bituminoase și combaterii celor mai frecvente probleme de deteriorare – deformațiile visco- plastice apărute pe drumurile ce susțin trafic greu, fisurile apărute la temperaturi joase în straturile de uzură în perioada de iarnă și fisuri de îmbătrânire a îmbrăcăminții rutiere. Datorită utilizării modificatorului în procesul de producție a bitumului – elastometrul SBS (copolimer bloc Stiren-Butadien-Stiren), se obțin beneficii semnificative în proprietățile liantului, atât la temperaturi ridicate, cât și la temperaturi joase. 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 3.3.

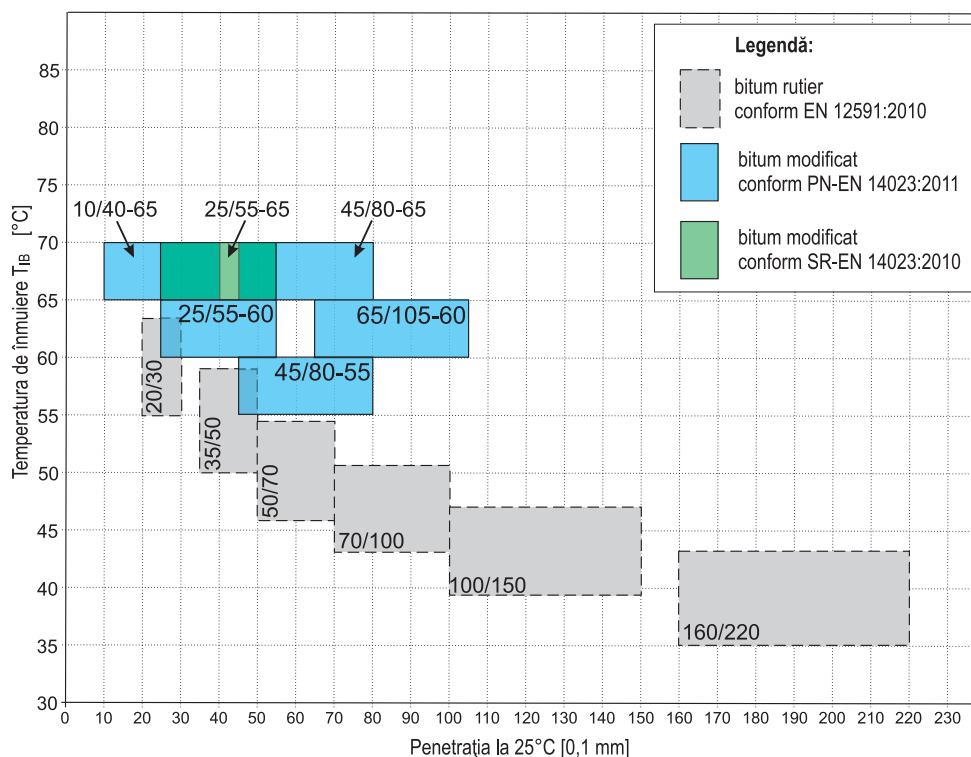


Figura 3.3. Comparația grafică a bitumurilor rutiere simple și a bitumurilor modificate referitor la intervalul de penetrație la 25°C și la temperatura de înmuiere T_{IB}

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 căruia document sunt produse, este prezentată în tabelul 3.4. 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 3.4. Tipurile de bitumuri polimerice descrise în ghid împreună cu informația conform căruia document de referință sunt fabricate

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

3.2.2. Destinație

Bitumurile modificate ORBITON este un grup de lianți proiectați pentru utilizarea pe suprafețe cu trafic intens sau pe suprafețe speciale (la poduri, în straturile subțiri de uzură, etc). Mixturile asfaltice proiectate corect cu utilizarea acestor bitumuri prezintă proprietăți superioare față de corespondenții lor cu duritate similară (bitumuri rutiere).

Gama de utilizări a biturilor modificate este foarte largă, atât în raport cu tipul mixturii asfaltice, cât și cu categoria de trafic. Mai jos sunt prezentate utilizările specifice ale tipurilor de bitumuri modificate.

Bitumul modificat ORBITON PMB 10/40-65 (PL și RO) este cel mai dur bitum modificat dintre cele produse în prezent de firma ORLEN Asfalt. Având în vedere punctul de înmuiere ridicat, este destinat straturilor de bază și straturilor de legătură din mixtură cu un modul ridicat de rigiditate AC EME¹. Poate fi, de asemenea, utilizat în mixturile de beton asfaltic AC standard. Rezultatele testelor de rezistență la ornieraj a mixturilor asfaltice realizate cu acest bitum indică faptul că acesta este indicat pentru straturile care suportă trafic greu și lent, precum parcuri, benzi pentru vehicule lente, zone de intersecții. Nu se recomandă utilizarea acestui bitum în straturile de uzură.

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

Bitumul modificat ORBITON PMB 25/55-65 (RO) este un liant similar în ce privește proprietățile cu bitumul ORBITON 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, straturile de legătură din beton asfaltic AC și beton asfaltic cu modul ridicat de rigiditate AC EME. Poate fi, de asemenea, utilizat pentru straturile de uzură pe segmentele ce suportă trafic greu și în mixturile asfaltice turnate.

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

Bitumul modificat ORBITON 45/80-55 (PL) este în Polonia unul dintre cele mai des folosite bitumuri modificate. Este destinat pentru utilizarea în toate tipurile de mixturi asfaltice pentru straturile de uzură (AC, MAS/ SMA, BBTM).

Bitumul modificat ORBITON PMB 45/80-65 (PL și RO) este un bitum modificat destinat utilizării în straturile de uzură și pentru utilizări speciale. Se caracterizează printr-o elasticitate foarte ridicată, punct de înmuiere ridicat și bune proprietăți la temperatură joasă. Concentrația mare de polimer și viscozitatea ridicată fac din acesta un liant greu de încorporat în strat subțire în timpul condițiilor meteo nefavorabile (rigidizare rapidă a stratului, probleme cu întărirea stratului). Punctul de înmuiere ridicat și gradul ridicat de modificare 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 45/80-65 (PL) este utilizat în general în straturile de legătură, precum și în mixturile asfaltice poroase PA.

Bitumul modificat ORBITON PMB 65/105-60 (PL) este un liant proiectat pentru utilizarea în straturile de uzură subțiri la cald, în locurile cu un bun schelet mineral. Este produs din bitum de bază moale cu o concentrație mare de polimer, iar în consecință produsul rezultat se caracterizează prin foarte bune proprietăți la temperaturile joase și elasticitate mari.

ORBITON 65/105-60 se caracterizează printr-o penetrație mai mare la 25°C față de bitumul modificat 45/80-65 și totodată se diferențiază prin elasticitate mare. Toate acestea fac ca produsul 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 și AUTL și mixturile MAS/SMA. Acestea sunt înaintea 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.

3.2.3. Proprietăți

Bitumurile modificate ORBITON sunt produse conform standardului PN-EN 14023:2011 și SR EN 14023:2010, bitumuri ale căror proprietăți sunt în conformitate cu cerințele Anexelor Naționale corespunzătoare: NA în Polonia și NB în România (tabelele 3.2 și 3.3).

În continuarea capitolului sunt prezentate toate proprietățile bitumurilor modificate cu polimeri marcate conform PN-EN 14023 împreună cu informațiile suplimentare obținute pe baza unor încercări realizate prin metoda americană *Superpave* și *Superpave plus*. Capitolul include, de asemenea, clasificarea bitumurilor modificate în funcție de volumul de trafic, elaborată pe baza rezultatelor încercărilor MSCR (descrierea detaliată a încercărilor MSCR se află în capitolul 7).

În capitol au fost incluse și informații referitoare la temperaturile tehnologice orientative de utilizare a bitumurilor în mixturile asfaltice și date privind dependența viscozității de temperatură.

3.2.3.1. Bitumul modificat ORBITON 10/40-65 (PL și RO)

Proprietăți conform EN 14023:2010

Cerințele pentru bitumul modificat ORBITON 10/40-65 (PL și RO) și rezultatele controlului de laborator efectuat în 2015 sunt prezentate în tabelul 3.5.

Tabelul 3.5. Cerințele și proprietățile bitumului modificat ORBITON 10/40-65 produs în anul 2015 (rezultatele încercărilor ORLEN Laboratorium S.R.L., acreditat PCA nr. AB 484)

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Cerință conform PN-EN 14023:2011	Cerință conform SR EN 14023:2010	Valoarea medie a anului 2015
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	10÷40	10÷40	30
Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	≥ 65	≥ 65	72,6
Revenire elastică la 25°C	EN 13398	%	≥ 60	≥ 60	81
Punct de rupere conform Fraass	EN 12593	°C	≤ -5	≤ -5	-14
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 235	≥ 250	> 245
Rezistența la tracțiune (viteză redusă de tracțiune)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	≥ 2 la 10°C	TBR ^a	4,5
Modificarea masei după îmbătrânire	EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,3	0,07
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 1427	°C	≤ 8	≤ 8	2,4
Penetrație reziduală după îmbătrânire	EN 1426	%	≥ 60	≥ 60	80
Revenire elastică la 25°C după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 13398	%	≥ 50	≥ 50	79
Stabilitatea de depozitare: Diferența temperaturii de înmuiere	EN 13399 EN 1427	°C	≤ 5	≤ 5	1,2
Stabilitatea de depozitare: Diferența penetrației la 25°C	EN 13399 EN 1426	0,1 mm	NR	≤ 9	–
Scăderea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 1427	°C	TBR ^a	NR ^b	0,0
^a TBR (To Be Reported) – de raportat ^b NR (No Requirement) – lipsă cerințe					

Proprietăți conform Superpave

Mai jos sunt prezentate proprietățile bitumului modificat ORBITON 10/40-65 marcate conform metodei americane Superpave, efectuate în anii 2012-2015.

- **Tipul funcțional** (*Performance Grade*), 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 îmbătrânire RTFOT)

$$T_{crit} = 83,8^{\circ}\text{C}$$

– $G^*\cdot\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânire RTFOT și PAV)

$$T_{crit} = 19,5^{\circ}\text{C}$$

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

– temperatura la $S(60) = 300$ MPa

$$T(S)_{60} = -17,2^{\circ}\text{C}$$

– temperatura la $m(60) = 0,3$

$$T(m)_{60} = -8,6^{\circ}\text{C}$$

– rigiditatea la temperatura -16°C

$$S(T)_{-16} = 271,5 \text{ MPa}$$

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe întărite în presa 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 mixturii asfaltice MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 4h)	< 220°C
Temperatura mixturii asfaltice MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 2h)	< 230°C
Observație: În timpul producției mixturii asfaltice MA se recomandă utilizarea aditivilor de reducere a temperaturii tehnologice (amestecarea cu agregatul și încorporarea), astfel încât producția mixturii asfaltice 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

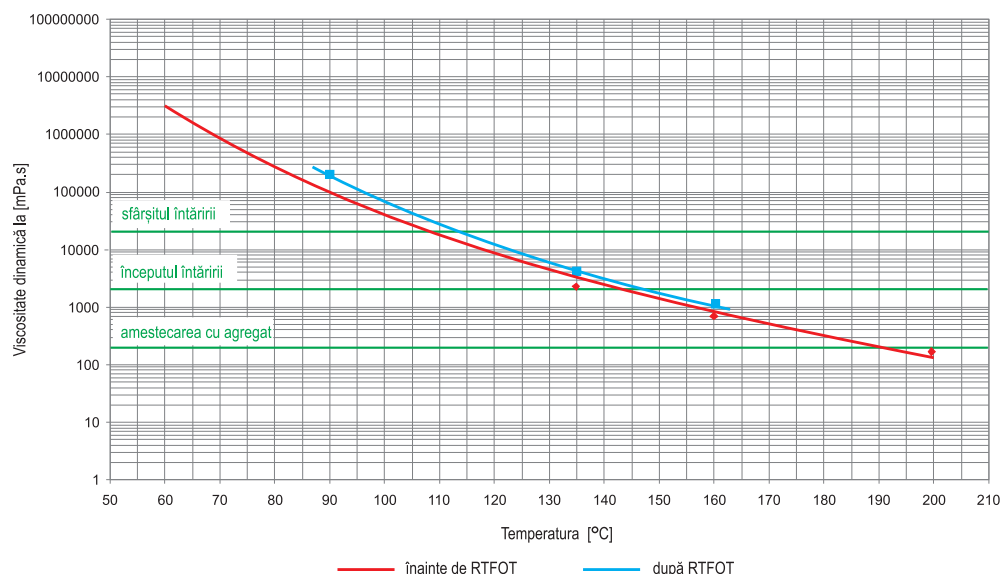


Figura 3.4. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul modificat ORBITON 10/40-65

Tabelul 3.6. Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului modificat ORBITON 10/40-65 produs în anul 2013. Încercări efectuate la ORLEN Laboratorium S.R.L.

Tip de viscozitate	Metoda de încercare	Documentul de referință	Parametri echipament	Unitatea	Temperatura de testare	Exemplu rezultatul testării de viscozitate
dinamică	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13302	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

Proprietățile structurii polimerului

- codul de dispersie a 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 încercări 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. Încercările 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 circularea.

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 ex. la fiecare 2 zile (intervalul de efectuare a încercărilor a fost menționat anterior). Este de dorit, de asemenea, amestecarea bitumului în rezervor cel puțin 6 ore în decurs de 24 de ore. Temperatura recomandată de depozitare a bitumului 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 exp. pe perioada iernii) din cauza dificultăților de fluidizare a acestuia.

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

Proprietăți conform EN 14023:2010

Cerințele pentru bitumul modificat ORBITON 25/55-60 (PL) și rezultatele controlului de laborator efectuat în 2015 sunt prezentate în tabelul 3.7.

Tabelul 3.7. Cerințele și proprietățile bitumului modificat ORBITON 25/55-60 produs în anul 2015 (rezultatele încercărilor ORLEN Laboratorium S.R.L., acreditat PCA nr. AB 484)

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Cerință conform PN-EN 14023:2011	Valoarea medie a anului 2015
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	25 ÷ 55	35
Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	≥ 60	63,0
Revenire elastică la 25°C	EN 13398	%	≥ 60	74
Punct de rupere conform Fraass	EN 12593	°C	≤ -10	-14
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 235	326
Rezistența la tracțiune (viteză redusă de tracțiune)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	≥ 2 la 10°C	5,0
Modificarea masei după îmbătrânire	EN 12607-1	%	≤ 0,5	0,01
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 1427	°C	≤ 8	4,6
Penetrație reziduală după îmbătrânire	EN 1426	%	≥ 60	75
Revenire elastică la 25°C după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 13398	%	≥ 50	72
Stabilitatea de depozitare: Diferența temperaturii de înmuiere	EN 13399 EN 1427	°C	≤ 5	1,4
Stabilitatea de depozitare: Diferența penetrației la 25°C	EN 13399 EN 1427	0,1 mm	NR ^b	0,3
Scăderea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 1427	°C	TBR ^a	0,0
^a TBR (To Be Reported) – de raportat ^b NR (No Requirement) – lipsă cerințe				

Proprietăți conform Superpave

Mai jos sunt prezentate proprietățile bitumului modificat ORBITON 25/55-60 marcate conform metodei americane Superpave, efectuate în anii 2012-2015.

- **Tipul funcțional** (*Performance Grade*), 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 îmbătrânire RTFOT) $T_{crit} = 80,5^\circ\text{C}$
- $G^*\cdot\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânire RTFOT și PAV) $T_{crit} = 22,0^\circ\text{C}$

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

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

• Rezultatele și clasificarea biturilor conform metodei MSCR

Parametrii marcați	Intervalul de temperatură conform <i>Superpave</i>			Intervalul de temperatură conform standardului european		
	AASHTO TP 70 ASTM D7405			EN 16659		
	Probe după îmbătrânire cu metoda RTFOT conform EN 12607-1			Probe înainte de îmbătrânire		
	58°C	64°C	70°C	50°C	60°C	70°C
J _{nr} 0,1 kPa	0,059	0,150	0,340	0,050	0,207	0,722
J _{nr} 3,2 kPa	0,061	0,163	0,408	0,052	0,219	0,946
J _{nr} diff	3,6	8,6	20,1	3,2	6,1	31,1
R 0,1 kPa	71,5	65,6	58,8	70,7	64,8	56,9
R 3,2 kPa	70,6	63,3	52,4	69,9	63,8	47,4
R diff	1,3	3,5	10,9	1,1	1,7	16,7
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră, conform parametrului J _{nr} 3,2 kPa (la temperatura încercării)	Extreme	Extreme	Extreme	nu se clasifică		

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe întărite în presa 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 mixturii asfaltice MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 4h)	< 220°C
Temperatura mixturii asfaltice MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 2h)	< 230°C
Observație: în timpul producției mixturii asfaltice 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)	155°C

Dependența viscozității de temperatură

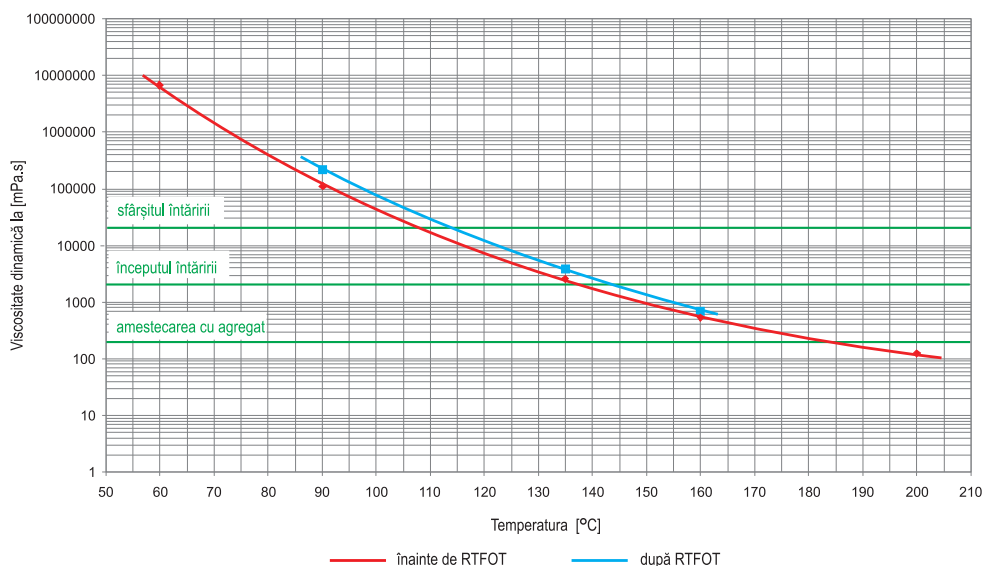


Figura 3.5. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul modificat ORBITON 25/55-60

Tabelul 3.8. Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului modificat ORBITON 25/55-60 produs în anul 2015. Încercări efectuate la ORLEN Laboratorium S.R.L.

Tip de viscozitate	Metoda de încercare	Documentul de referință	Parametri echipament	Unitatea	Temperatura de testare	Exemplu rezultatul testării de viscozitate
dinamică	capilară în vid	EN 12596	—	Pa*s	60°C	6 250
	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13302	ax nr 21	Pa*s	90°C	112,00
					135°C	2,14
					160°C	0,63
					200°C	0,15
			ax nr 27	Pa*s	90°C după RTFOT	210,00
					135°C după RTFOT	3,37
					160°C după RTFOT	0,87

Proprietățile structurii polimerului

- codul de dispersie a 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 încercări 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. Încercările 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 circularea.

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 exp. la fiecare 2 zile (intervalul de efectuare a încercărilor a fost menționat anterior). Este de dorit de asemenea amestecarea bitumului în rezervor cel puțin 6 ore în decurs de 24 de ore. Temperatura recomandată de depozitare a bitumului 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 exp. pe perioada iernii) din cauza dificultăților de fluidizare a acestuia.

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

Cerințele pentru bitumul modificat ORBITON 25/55-65 (RO) și rezultatele controlului de laborator efectuat în 2015 sunt prezentate în tabelul 3.9.

Tabelul 3.9. Cerințele și proprietățile bitumului modificat ORBITON 25/55-65 (RO) produs în anul 2015 (rezultatele încercărilor ORLEN Laboratorium S.R.L., acreditat PCA nr. AB 484)

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Cerință conform SR EN 14023:2011	Valoarea medie a anului 2015
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	25 ÷ 55	30
Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	≥ 65	70,3
Revenire elastică la 25°C	EN 13398	%	≥ 70	75
Punct de rupere conform Fraass	EN 12593	°C	≤ -10	-16
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 250	> 260
Rezistența la tracțiune (viteză redusă de tracțiune)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	TBR ^a	5,4 (10°C)
Modificarea masei după îmbătrânire	EN 12607-1	%	≤ 0,5	0,06
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 1427	°C	≤ 8	3,7
Penetrație reziduală după îmbătrânire	EN 1426	%	≥ 60	78
Revenire elastică la 25°C după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 13398	%	≥ 60	68
Stabilitatea de depozitare: Diferența temperaturii de înmuiere	EN 13399 EN 1427	°C	≤ 5	1,9
Stabilitatea de depozitare: Diferența penetrației la 25°C	EN 13399 EN 1427	°C	≤ 9	1

^a TBR (To Be Reported) – de raportat

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe întărite în presa 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 mixturii asfaltice MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 4h)	< 220°C
Temperatura mixturii asfaltice MA în agitatorul unității de producție (la un timp de păstrare a mixturii asfaltice de până la 2h)	< 230°C
Observație: în timpul producției mixturii asfaltice MA se recomandă utilizarea aditivilor de reducere a temperaturii tehnologice (amestecarea cu agregatul și încorporarea), astfel încât producția mixturii asfaltice să aibă loc la o temperatură de sub 200°C.	
Pe șantier	
Temperatura minimă a mixturii asfaltice livrate (în coșul finisorului)	155°C

Proprietățile structurii polimerului

- codul de dispersie a 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 al bitumului pentru producția mixturii asfaltice: 7 zile

După expirarea perioadei de 5 zile se recomandă efectuarea principalelor încercări 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. Încercările 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 exp. la fiecare 2 zile (intervalul încercărilor a fost menționat anterior). Este de dorit de asemenea amestecarea bitumului în rezervor cel puțin 6 ore în decurs de 24 de ore. Temperatura recomandată de depozitare a bitumului 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 exp. pe perioada iernii) din cauza dificultăților de fluidizare a acestuia.

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

Proprietăți conform EN 14023:2010

Cerințele pentru bitumul modificat ORBITON 45/80-55 (PL) și rezultatele controlului de laborator efectuat în 2015 sunt prezentate în tabelul 3.10.

Tabelul 3.10. Cerințele și proprietățile bitumului modificat ORBITON 45/80-55 produs în anul 2015 (rezultatele încercărilor ORLEN Laboratorium S.R.L., acreditat PCA nr. AB 484)

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Cerință conform PN-EN 14023:2011	Valoarea medie a anului 2015
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	45 – 80	63
Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	≥ 55	63,2
Revenire elastică la 25°C	EN 13398	%	≥ 70	84
Punct de rupere conform Fraass	EN 12593	°C	≤ -15	-17
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 235	325
Rezistența la tracțiune (viteză redusă de tracțiune)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	≥ 3 la 5°C	8,2
Modificarea masei după îmbătrânire	EN 12607-1	%	≤ 0,5	-0,04
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 1427	°C	≤ 8	3,1
Penetrație reziduală după îmbătrânire	EN 1426	%	≥ 60	66
Revenire elastică la 25°C după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 13398	%	≥ 50	80
Stabilitatea de depozitare: Diferența temperaturii de înmuiere	EN 13399 EN 1427	°C	≤ 5	0,6
Stabilitatea de depozitare: Diferența penetrației la 25°C	EN 13399 EN 1427	0,1 mm	NR ^b	1,1
Scăderea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 1427	°C	TBR ^a	1,0

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

Proprietăți conform Superpave

Mai jos sunt prezentate proprietățile bitumului modificat ORBITON 45/80-55 marcate conform metodei americane Superpave, efectuate în anii 2012-2015.

- **Tipul funcțional** (*Performance Grade*), 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 îmbătrânire RTFOT)

$$T_{crit} = 72,9^{\circ}\text{C}$$

– $G^*\cdot\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânire RTFOT și PAV)

$$T_{crit} = 17,7^{\circ}\text{C}$$

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

– temperatura la $S(60) = 300$ MPa

$$T(S)_{60} = -18,1^{\circ}\text{C}$$

– temperatura la $m(60) = 0,3$

$$T(m)_{60} = -16,9^{\circ}\text{C}$$

– rigiditatea la temperatura -16°C

$$S(T)_{-16} = 242 \text{ MPa}$$

• Rezultatele și clasificarea biturilor conform metodei MSCR

Parametrii marcați	Intervalul de temperatură conform <i>Superpave</i>			Intervalul de temperatură conform standardului european		
	AASHTO TP 70 ASTM D7405			EN 16659		
	Probe după îmbătrânire cu metoda RTFOT conform EN 12607-1			Probe înainte de îmbătrânire		
	58°C	64°C	70°C	50°C	60°C	70°C
J _{nr} 0,1 kPa	0,156	0,351	0,445	0,114	0,347	1,030
J _{nr} 3,2 kPa	0,169	0,384	0,515	0,121	0,344	1,540
J _{nr} diff	8,7	9,4	15,8	5,7	1,0	49,8
R 0,1 kPa	75,5	71,2	67,9	76,6	76,3	71,8
R 3,2 kPa	74,0	69,5	66,3	75,6	77,0	58,7
R diff	2,1	2,4	5,0	1,2	-0,8	18,2
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră, conform parametrului J _{nr} 3,2 kPa (la temperatura încercării)	Extreme	Extreme	Very heavy	nu se clasifică		

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe întărite în presa 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

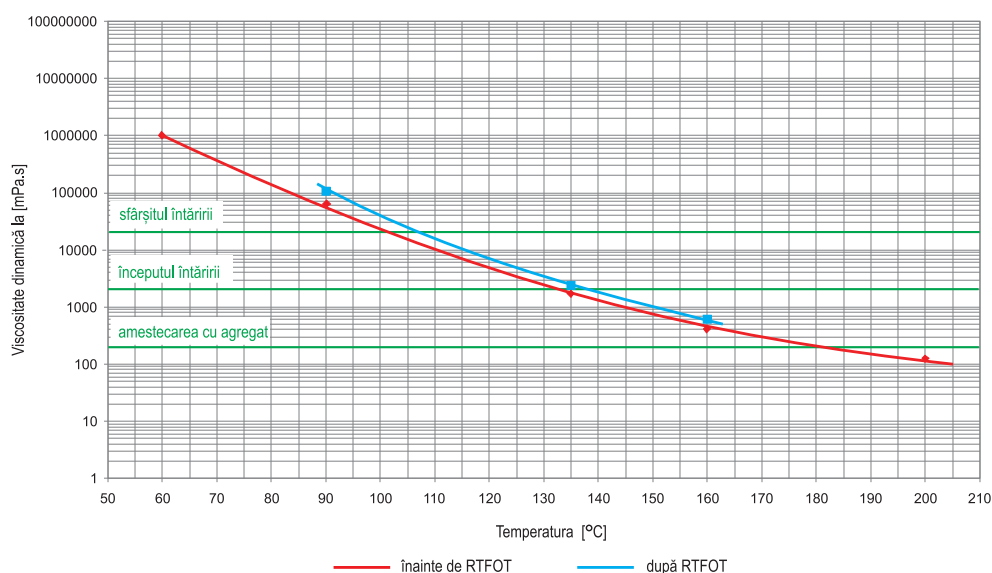


Figura 3.6. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul modificat ORBITON 45/80-55

Tabelul 3.11. Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului modificat ORBITON 45/80-55 produs în anul 2015. Încercări efectuate la ORLEN Laboratorium S.R.L.

Tip de viscozitate	Metoda de încercare	Documentul de referință	Parametri echipament	Unitatea	Temperatura de testare	Exemplu rezultatul testării de viscozitate
dinamică	capilară în vid	EN 12596	—	Pa*s	60°C	569
	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13302	ax nr 27	Pa*s	90°C	69,33
					135°C	1,47
					160°C	0,44
					200°C	0,12
					90°C după RTFOT	108,00
	ax nr 27	Pa*s	135°C după RTFOT	1,97		
			160°C după RTFOT	0,56		

Proprietățile structurii polimerului

- codul de dispersie a 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 încercări 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. Încercările 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 circularea.

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 exp. la fiecare 2 zile (intervalul încercărilor a fost menționat anterior). Este de dorit de asemenea amestecarea bitumului în rezervor cel puțin 6 ore în decurs de 24 de ore. Temperatura recomandată de depozitare a bitumului 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 exp. pe perioada iernii), totuși în cazul acestei necesități, trebuie să aveți în vedere timpul corespunzător necesar pentru fluidizarea liantului.

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

Proprietăți conform EN 14023:2010

Cerințele pentru bitumul modificat ORBITON 45/80-65 (PL și RO) și rezultatele controlului de laborator efectuat în 2015 sunt prezentate în tabelul 3.12.

Tabelul 3.12. Cerințele și proprietățile bitumului modificat ORBITON 45/80-65 produs în anul 2015 (rezultatele încercărilor ORLEN Laboratorium S.R.L., acreditat PCA nr. AB 484)

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Cerință conform PN-EN 14023:2011	Cerință conform SR EN 14023:2010	Valoarea medie a anului 2015
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	45 – 80	45 – 80	54
Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	≥ 65	≥ 65	77,2
Revenire elastică la 25°C	EN 13398	%	≥ 80	≥ 80	87
Punct de rupere conform Fraass	EN 12593	°C	≤ -15	≤ 13	-18
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 235	≥ 250	> 245
Rezistența la tracțiune (viteză redusă de tracțiune)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	≥ 2 la 10°C	TBR ^a	6,4
Modificarea masei după îmbătrânire	EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,5	0,09
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 1427	°C	≤ 8	≤ 8	4,2
Penetrație reziduală după îmbătrânire	EN 1426	%	≥ 60	≥ 50	82
Revenire elastică la 25°C după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 13398	%	≥ 60	≥ 70	87
Stabilitatea de depozitare: Diferența temperaturii de înmuiere	EN 13399 EN 1427	°C	≤ 5	≤ 5	2,3
Scăderea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 1427	°C	TBR ^a	NR ^b	0,0
Stabilitatea de depozitare: Diferența penetrației la 25°C	EN 13399 EN 1426	0,1 mm	NR ^b	≤ 9	–

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

Proprietăți conform Superpave

Mai jos sunt prezentate proprietățile bitumului modificat ORBITON 45/80-65 marcate conform metodei americane Superpave, efectuate în anii 2012-2015.

- **Tipul funcțional** (*Performance Grade*), 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 îmbătrânire RTFOT) $T_{crit} = 77,7^{\circ}\text{C}$
- $G^* \cdot \sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânire RTFOT și PAV) $T_{crit} = 17,6^{\circ}\text{C}$

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

- temperatura la $S(60) = 300$ MPa $T(S)_{60} = -18,3^{\circ}\text{C}$
- temperatura la $m(60) = 0,3$ $T(m)_{60} = -14,3^{\circ}\text{C}$
- rigiditatea la temperatura -16°C $S(T)_{-16} = 235$ MPa

• Rezultatele și clasificarea biturilor conform metodei MSCR

Parametrii marcați	Intervalul de temperatură conform <i>Superpave</i>			Intervalul de temperatură conform standardului european		
	AASHTO TP 70 ASTM D7405			EN 16659		
	Probe după îmbătrânire cu metoda RTFOT conform EN 12607-1			Probe înainte de îmbătrânire		
	58°C	64°C	70°C	50°C	60°C	70°C
J _{nr} 0,1 kPa	0,099	0,188	0,369	0,042	0,081	0,223
J _{nr} 3,2 kPa	0,110	0,207	0,474	0,051	0,099	0,313
J _{nr} diff	10,8	10,2	28,7	20,4	22,2	40,7
R 0,1 kPa	83,2	82,1	80,0	89,6	92,1	91,1
R 3,2 kPa	82,3	81,2	76,0	88,1	90,9	87,3
R diff	1,1	1,0	5,0	1,7	1,3	4,1
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră, conform parametrului J _{nr} 3,2 kPa (la temperatura încercării)	Extreme	Extreme	Extreme	nu se clasifică		

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe întărite în presa 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

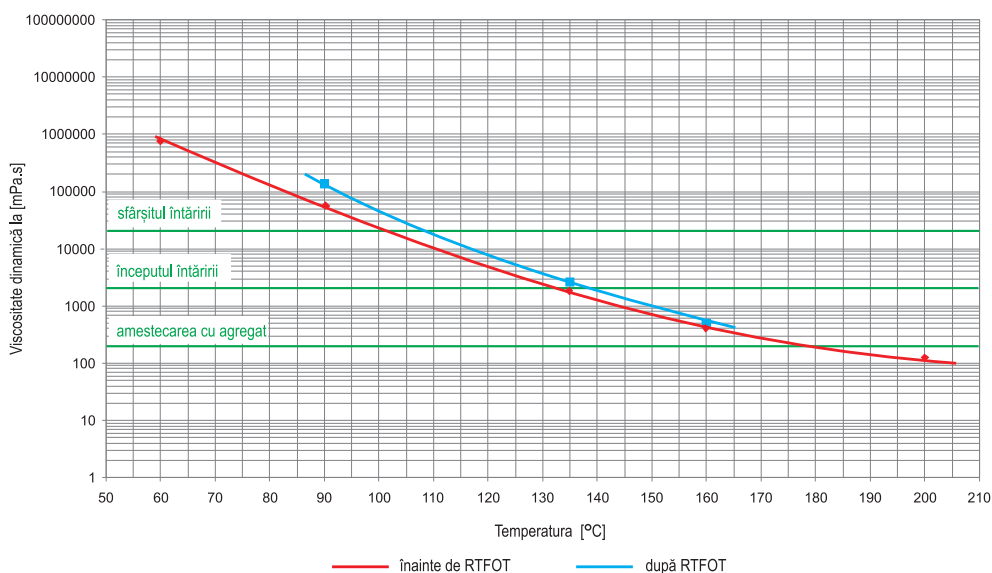


Figura 3.7. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul modificat ORBITON 45/80-65

Tabelul 3.13. Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului modificat ORBITON 45/80-65 produs în anul 2015. Încercări efectuate la ORLEN Laboratorium S.R.L.

Tip de viscozitate	Metoda de încercare	Documentul de referință	Parametri echipament	Unitatea	Temperatura de testare	Exemplu rezultatul testării de viscozitate
dinamică	capilară în vid	EN 12596	—	Pa*s	60°C	647
	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13302	ax nr 21	Pa*s	90°C	45,70
					135°C	1,59
					160°C	0,46
					200°C	0,16
	ax nr 27	Pa*s	90°C după RTFOT	136,00		
			135°C după RTFOT	2,05		
			160°C după RTFOT	0,55		

Proprietățile structurii polimerului

- codul de dispersie a 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 încercări 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. Încercările 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 circulararea.

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 exp. la fiecare 2 zile (intervalul încercărilor a fost menționat anterior). Este de dorit de asemenea amestecarea bitumului în rezervor cel puțin 6 ore în decurs de 24 de ore. Temperatura recomandată de depozitare a bitumului 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 exp. pe perioada iernii) din cauza dificultăților de fluidizare a acestuia.

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

Proprietăți conform EN 14023:2010

Cerințele pentru bitumul modificat ORBITON 65/105-60 (PL) și rezultatele controlului de laborator efectuat în 2015 sunt prezentate în tabelul 3.14.

Tabelul 3.14. Cerințele și proprietățile bitumului modificat ORBITON 65/105-60 produs în anul 2015 (rezultatele încercărilor ORLEN Laboratorium S.R.L., acreditat PCA nr. AB 484)

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Cerință conform PN-EN 14023:2011	Valoarea medie a anului 2015
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	65 – 105	68
Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	≥ 60	63,0
Revenire elastică la 25°C	EN 13398	%	≥ 70	81
Punct de rupere conform Fraass	EN 12593	°C	≤ -15	-19
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 235	> 245
Rezistența la tracțiune (viteză redusă de tracțiune)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	≥ 3 la 5°C	6,7
Modificarea masei după îmbătrânire	EN 12607-1	%	≤ 0,5	0,02
Creșterea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 1427	°C	≤ 10	7,4
Penetrație reziduală după îmbătrânire	EN 1426	%	≥ 60	68
Revenire elastică la 25°C după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 13398	%	≥ 60	92
Stabilitatea de depozitare: Diferența temperaturii de înmuiere	EN 13399 EN 1427	°C	≤ 5	1,6
Scăderea punctului de înmuiere după îmbătrânire	EN 12607-1 EN 1427	°C	TBR ^a	0,0

^a TBR (To Be Reported) – de raportat

Proprietăți conform Superpave

Mai jos sunt prezentate proprietățile bitumului modificat ORBITON 65/105-60 marcate conform metodei americane Superpave, efectuate în anii 2012-2015.

- **Tipul funcțional** (*Performance Grade*), 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 îmbătrânire RTFOT)	$T_{crit} = 69,2^\circ\text{C}$
– $G^*\cdot\sin\delta = 5000$ kPa (bitum după îmbătrânire RTFOT și PAV)	$T_{crit} = 13,6^\circ\text{C}$

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

– temperatura la $S(60) = 300$ MPa	$T(S)_{60} = -20,5^\circ\text{C}$
– temperatura la $m(60) = 0,3$	$T(m)_{60} = -20,6^\circ\text{C}$
– rigiditatea la temperatura -16°C	$S(T)_{-16} = 172$ MPa

Temperaturi tehnologice

În laborator:	
Temperatura de întărire a probelor (probe Marshall sau probe întărite în presa 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)	160°C

Dependența viscozității de temperatură

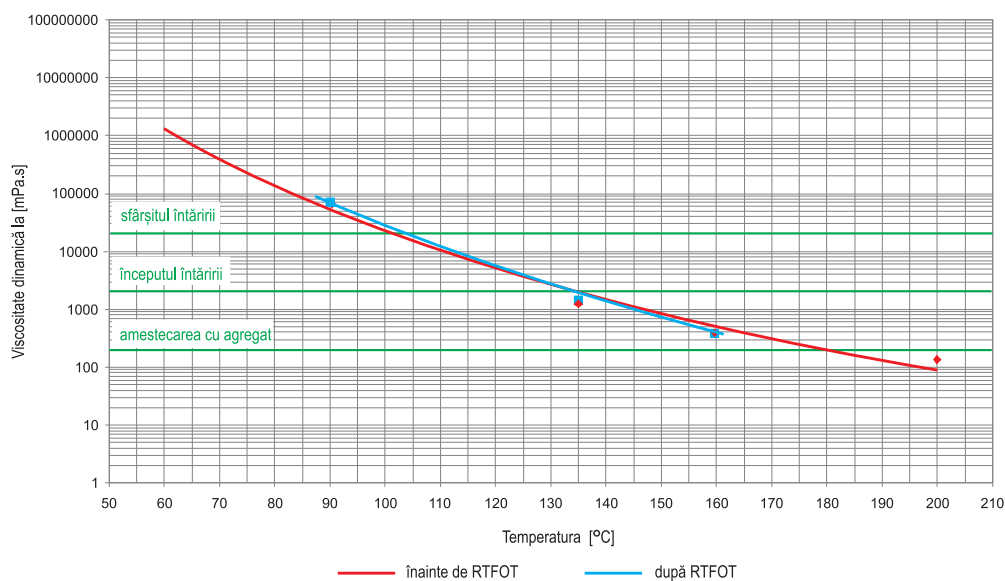


Figura 3.8. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul modificat ORBITON 65/105-60

Tabelul 3.15. Exemple de rezultate ale determinării viscozității bitumului modificat ORBITON 65/105-60 produs în anul 2013. Încercări efectuate la ORLEN Laboratorium S.R.L.

Tip de viscozitate	Metoda de încercare	Documentul de referință	Parametri echipament	Unitatea	Temperatura de testare	Exemplu rezultatul testării de viscozitate
dinamică	viscozimetru rotativ Brookfield	ASTM D4402 EN 13302	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

Proprietățile structurii polimerului

- codul de dispersie al 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: $160 \div 180^{\circ}\text{C}$
- termenul garantat de valabilitate al bitumului pentru producția mixturii asfaltice: 7 zile

După expirarea perioadei de 5 zile se recomandă efectuarea principalelor încercări 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. Încercările 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 circularea.

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 exp. la fiecare 2 zile (intervalul încercărilor a fost menționat anterior). Este de dorit, de asemenea, amestecarea bitumului în rezervor cel puțin 6 ore în decurs de 24 de ore. Temperatura recomandată de depozitare a bitumului $150 \div 160^{\circ}\text{C}$.

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 exp. pe perioada iernii) din cauza dificultăților de fluidizare a acestuia.

Din anul 2011 Departamentul de Tehnologie, Cercetare și Dezvoltare al firmei ORLEN Asphalt a efectuat studii de cercetare și dezvoltare pentru a dezvolta o nouă grupă de produse. Ca rezultat al studiilor de laborator și al probelor de producție a dezvoltat lianții bituminoși inovatori – bitumuri înalt modificate cu polimeri.

În octombrie 2013 a fost executat în Polonia primul tronson experimental de drum cu îmbrăcămintă asfaltică realizată cu bitum înalt modificat. Tronsonul a fost situat pe drumul județean gestionat de Consiliul Drumurilor Județene din Katowice din Polonia. Acesta a fost al cincilea tronson din Europa realizat cu un liant înalt modificat care conținea polimerul special al firmei KRATON.

În aprilie 2014, Comitetul Polonez pentru Standardizare a publicat sub forma Anexei Naționale la standardul PN- EN 14023 amendarea cerințelor pentru bitumurile modificate cu polimeri, inclusiv un tabel suplimentar cu cerințele pentru bitumurile înalt modificate. Datorită acestui lucru, în mai 2014 sub denumirea comercială ORBITON HiMA, bitumurile înalt modificate au fost în mod oficial introduse în oferta de produse a firmei ORLEN Asphalt. Deoarece aceștia sunt lianți bituminoși produși pe baza cerințelor standardului armonizat, bitumurile înalt modificate sunt marcate cu CE.

În capitolul 4 al prezentului ghid vă prezentăm descrierea, principiul de funcționare, rezultatele testelor de laborator și experiența din tronsoanele testate a noilor lianți care sunt bitumuri înalt modificate produse de ORLEN Asphalt.

4.1. INTRODUCERE

4.1.1. Descriere generală a bitumurilor înalt modificate cu polimeri

Studiile de cercetare efectuate de mai multe centre de cercetare din întreaga lume au constatat că un mai mare conținut de polimeri în bitum permite obținerea de beneficii calitative suplimentare, contribuind în mod semnificativ la îmbunătățirea durabilității suprafețelor bituminoase. Efectul de îmbunătățire a durabilității se observă în rezistența la fisurare, la apariția fâgașelor și la oboseală. Este deosebit de important să se obțină efectul de inversare a fazei, adică punctul în care faza de polimer devine o fază continuă în bitumul cu polimer (de obicei la conținutul masei polimerului SBS mai mare de 6,5-7,0%).

Totuși, utilizarea unei cantități atât de mari de polimer clasic SBS, la modificarea bitumului, a adus cu sine probleme tehnice concrete în producerea și utilizarea unor astfel de lianți. Problemele sunt legate de stabilitatea în timpul depozitării și transportului de bitum cu polimeri (risc ridicat de separare a polimerului) și viscozitatea foarte mare a bitumului cu polimeri, ceea ce face ca acești lianți să fie încălziiți în unitatea de producție la o temperatură mult mai mare decât asfalturile tip modificate cu o cantitate mai mică de polimer. În plus, există dificultăți considerabile în timpul întăririi mixturii asfaltice – din cauza viscozității prea mari, urmează o rigidizare rapidă a mixturii în strat, prin aceasta rezultând coeficienți prea mici de întărire.

Limitările mai sus menționate privind conceptul bitumurilor înalt modificate pentru utilizări rutiere au fost pe parcursul mai multor ani o provocare nu numai pentru producătorii de lianți rutieri, dar și pentru producătorii de polimeri. Studiile de cercetare efectuate de industria polimerilor au dat rezultate pozitive și, de mai mulți ani, sunt disponibile pe piață soluții care permit producția de bitum înalt modificat liber de restricțiile descrise mai sus.

Acest timp de liant bituminos a fost denumit **HiMA – Highly Modified Asphalt**.

Studiile de cercetare și de implementare a noilor lianți bituminoși înalt modificați au arătat că aceștia sunt produse cu proprietăți funcționale peste standard. Sunt caracterizați, printre altele, de o rezistență foarte bună la apariția fâgașelor, rezistență la acțiunea apei și înghețului, rezistență excelentă la oboseală și rezistență la fisurare.

4.1.2. Principiul de acționare al biturilor înalt modificate HiMA

Ideea principală a biturilor înalt modificate este prevenirea fisurării îmbrăcăminții, deformarea permanentă (aparitia fâgașelor) și creșterea rezistenței la oboseală a straturilor bituminoase.

În acest scop se folosește un conținut mare de polimer, care produce inversarea fazei într-o mixtură de bitum cu polimer (fig. 4.1.).

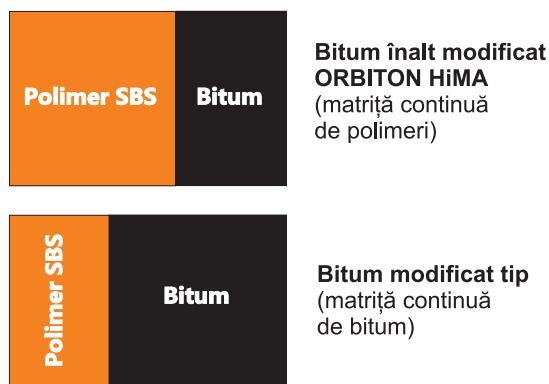


Figura 4.1. Raportul capacității între bitum și polimer într-un bitum cu polimer tip și într-un bitum înalt modificat

Rețeaua polimerică continuă (faza de polimer), acționează în liant și în mixtura asfaltică ca „armare” elastică, care este ușor de exemplificat privind limitarea de către lanții înalt modificați a propagării fisurilor stratului din mixtura asfaltică. Fig. 4.2. prezintă schema a trei situații ipotetice:

- fig. A: propagarea fisurilor printr-un strat de mixtură asfaltică cu bitum rutier clasic – în această schemă fisura poate trece fără probleme prin liant,
- fig. B: propagarea fisurilor printr-un strat de mixtură asfaltică cu bitum clasic modificat, cu o rețea polimerică discontinuă (marcată cu puncte galbene dispersate) – în această schemă fisura poate să treacă (deși cu întârziere) prin stratul de liant în care se află discontinuități între fragmentele rețelei polimerice,
- fig. C: propagarea fisurilor printr-un strat de mixtură asfaltică cu bitum înalt modificat, cu o rețea polimerică continuă (marcată cu linii galbene) – în această schemă trecerea fisurii prin stratul de liant este îngreunată din cauza barierei constituite de rețeaua polimerică.

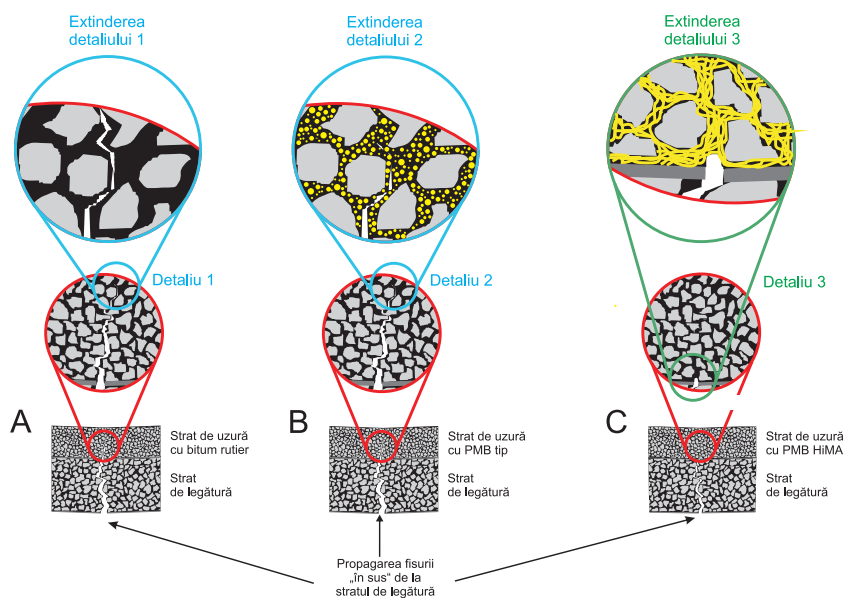


Figura 4.2. Propagarea fisurilor prin straturile bituminoase, a) cu bitum rutier, b) cu bitum modificat, c) cu bitum înalt modificat

4.1.3. Principiile de clasificare a biturilor înalt modificate

Toate biturile înalt modificate ORBITON HiMA sunt clasificate în conformitate cu Standardul European EN 14023:2010 „Bitum și lianți bituminoși. Cadru pentru specificațiile biturilor modificate cu polimeri”. Descrierea standardului, cerințelor lui, evaluarea conformității și modalitatea de marcare CE a biturilor înalt modificate este similară cu biturile clasice modificate și a fost descrisă în detaliu în capitolul 3.

Sistematizarea mărcii biturilor înalt modificate cu polimeri produse conform cu Standardul European EN 14023 este prezentată în tabelul 4.1.

Tabelul 4.1. Sistematizarea mărcii biturilor înalt modificate cu polimeri produse conform cu standardul european EN 14023

Lianți bituminoși	Bitum înalt modificat
Document de referință	PN-EN 14023:2011/Ap1:2014-04
Marcarea standardului liantului bituminos	PMB X/Y-Z
Tipul liantului bituminos produs de către ORLEN Asfalt	ORBITON 25/55-80 HiMA ORBITON 45/80-80 HiMA ORBITON 65/105-80 HiMA
Explicații pentru mărcări: 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 de bitum) ORBITON HiMA – (Highly Modified Asphalt), denumirea comercială a bitumului	

În fig. 4.3. sunt reprezentate pe graficul *Penetrație la 25°C – Punctul de înmuiere* poziționarea produselor noi față de biturile rutiere și cele modificate (tip) utilizate până în prezent în Polonia. Este vizibilă creșterea semnificativă în intervalul temperaturii de înmuiere T_B a tuturor produselor ORBITON HiMA, ce rezultă direct din conținutului ridicat de polimer.

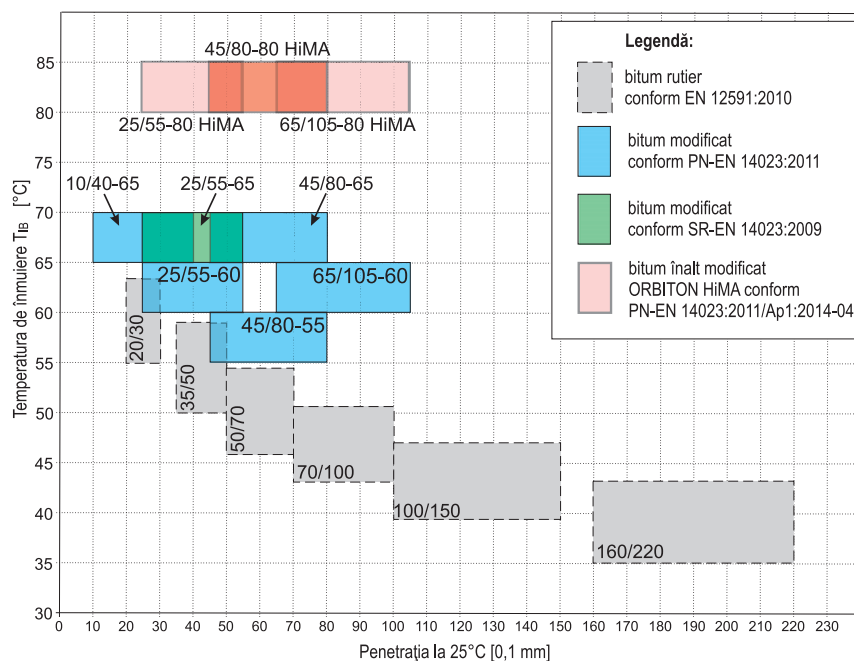


Figura 4.3. Poziționarea biturilor înalt modificate ORBITON HiMA față de biturile rutiere și cele modificate (tip) pe graficul *Penetrație la 25°C-Punctul de înmuiere*

4.1.4. Documentul național de aplicare – cerințele pentru bitumurile înalt modificate cu polimeri în Polonia

În aprilie 2014 a fost emisă de către Comitetul Polonez pentru Standardizare Anexa Națională pentru standardul PN-EN 14023 care stabilește cerințele pentru bitumurile înalt modificate cu polimeri.

Diviziunea pe tipuri, clase și cerințe pentru bitumurile înalt modificate cu polimeri conform Anexei Naționale NA tabelul NA.2 la standardul PN-EN 14023:2011 prezentată în tabelul 4.2.

Tabelul 4.2. Diviziunea pe tipuri și cerințe pentru bitumurile înalt modificate cu polimeri în Polonia conform anexei naționale NA tabelul NA.2 la standardul PN-EN 14023:2011/Ap1:2014-04

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	ORBITON 25/55-80 HiMA		ORBITON 45/80-80 HiMA		ORBITON 65/105-80 HiMA		
			Cerință conform NA.2 2014	clasa	Cerință conform NA.2 2014	clasa	Cerință conform NA.2 2014	clasa	
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	de la 25 la 55	3	de la 45 la 80	4	de la 65 la 105	3	
Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	≥ 80	2	≥ 80	2	≥ 80	2	
Coeziune	Rezistența la tracțiune prin metoda ductilometrului (tracțiune 50 mm/min.) EN 13589 EN 13703	J/cm ²	TBR (la 15°C)	—	TBR (la 10°C)	—	TBR (la 10°C)	—	
Rezistență la îmbătrânire	Variație masă *	%	≤ 0,5	3	≤ 0,5	3	≤ 0,5	3	
	Penetrație reziduală	%	≥ 60	7	≥ 60	7	≥ 60	7	
	Creșterea punctului de înmuiere	°C	≤ 8	2	≤ 8	2	≤ 8	2	
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 235	3	≥ 235	3	≥ 235	3	
Punct de rupere	EN 12593	°C	≤ -15	7	≤ -18	8	≤ -18	8	
Revenire elastică	la 25°C	EN 13398	%	≥ 80	2	≥ 80	2	≥ 80	2
	la 10°C	EN 13398	%	TBR	1	TBR	1	TBR	1
Scăderea punctului de înmuiere conform EN 12607-1	EN 1427	°C	TBR	1	TBR	1	TBR	1	
Revenire elastică la 25°C conform EN 12607-1	EN 13398	%	≥ 60	4	≥ 60	3	≥ 60	2	
Revenire elastică la 10°C conform EN 12607-1	EN 13398	%	NR	0	TBR	1	TBR	1	
Stabilitate la depozitare (3 zile) Diferență punct de înmuiere	EN 13399 EN 1427	°C	≤ 5	2	≤ 5	2	≤ 5	2	

* variația masei poate fi o valoare pozitivă sau negativă
NR – No Requirement (lipsă cerințe)
TBR – To Be Reported (de raportat)

4.1.5. Utilizarea biturilor înalt modificate ORBITON HiMA

Datorită folosirii în procesul de producție a bitumului de cantități mult mai mari de elastomer special SBS, se obțin proprietăți peste standard pentru lianți, atât la temperaturi înalte, cât și joase. Bitumul înalt modificat ORBITON HiMA este în concluzie deosebit de potrivit pentru utilizări care necesită o durabilitate foarte mare, cum ar fi:

- la suprafața bituminoasă care este supusă unei foarte mari tensiuni și deformări,
- în straturile cu o mare rezistență la temperaturi joase,
- la straturi de uzură subțiri și ultra subțiri,
- la straturi de bază bituminoase cu foarte mare rezistență la oboseală

Biturile înalt modificate sunt, de asemenea, dedicate utilizării în îmbrăcămînți cu viață îndelungată de tipul *perpetual pavements*, în care ultimul strat inferior de asfalt se caracterizează prin elasticitate și rezistență foarte mare la oboseală. **Utilizarea ORBITON HiMA în acest strat special împotriva oboselii sau stratul de bază bituminos (de ex. Rich Bottom Layer) permite obținerea unui ciclu de viață foarte lung al îmbrăcămînții.**

Proiectarea în mod corespunzător a mixturii asfaltice folosind bitumuri înalt modificate garantează obținerea de proprietăți îmbunătățite în mod semnificativ, în comparație cu omologii lor cu duritate similară (bitumuri rutiere și modificate).

În ciuda timpului scurt de prezență pe piață a biturilor ORBITON HiMA, domeniul de utilizare este extrem de larg în ceea ce privește atât tipul de mixturi asfaltice, cât și categoria de trafic.

Mai jos sunt prezentate utilizările specifice ale tipurilor de bitumuri înalt modificate.

ORBITON 25/55-80 HiMA este destinat pentru straturile de bază și straturile de legătură a suprafețelor de lungă durată (de tipul *perpetual pavements*), mixturi cu modul ridicat de rigiditate AC EME și în locuri unde apare traficul lent. Datorită durității crescute a liantului trebuie să fie utilizat pentru aplicații speciale, ținând cont de condițiile corespunzătoare pe șantier. Se recomandă utilizarea unui bitum atât de dur numai în cazurile necesare.

ORBITON 45/80-80 HiMA este destinat pentru straturile de uzură ale suprafețelor supuse la sarcini foarte mari și care lucrează la temperaturi scăzute, și de asemenea, la toate celelalte straturi și zone speciale, de exemplu la poduri.

ORBITON 65/105-80 HiMA este proiectat pentru straturile de uzură și tehnologii speciale, de exemplu straturile SAMI și straturile de uzură cu BBTM, UTLAC, DSH, PA. De asemenea, poate fi folosit la producerea emulsiei bituminoase destinate pentru *slurry seal*.

4.2. PROPRIETĂȚI

În continuarea capitolului sunt prezentate toate proprietățile biturilor înalt modificate cu polimeri marcate conform EN 14023 împreună cu informațiile suplimentare obținute pe baza unor încercări realizate prin metoda americană *Superpave* și *Superpave plus*. Capitolul include, de asemenea, clasificarea biturilor ORBITON HiMA în funcție de volumul de trafic, elaborată pe baza rezultatelor încercărilor MSCR (descrierea detaliată a încercărilor MSCR a fost inclusă în capitolul 7).

În capitol au fost incluse și informații referitoare la temperaturile tehnologice orientative de utilizare a biturilor înalt modificate în mixturile asfaltice și date privind dependența viscozității de temperatură.

4.2.1. Proprietăți conform EN 14023:2011

Cerințele pentru bitumul înalt modificat ORBITON HiMA și rezultatele controlului de laborator efectuat în anul 2015 sunt prezentate în tabelele 4.3. – 4.5.

Tabelul 4.3. Cerințele și proprietățile bitumului înalt modificat **ORBITON 25/55-80 HiMA** produs în anul 2015 (rezultatele încercărilor ORLEN Laboratorium S.R.L., acreditat PCA nr. AB 484)

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Cerință	Valoarea medie a anului 2015	
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	de la 25 la 55	45	
Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	≥ 80	91,2	
Coeziune	Rezistența la tracțiune prin metoda ductilometrului (tracțiune 50 mm/min.) EN 13589 EN 13703	J/cm ²	≥ 0,5 (la 15°C)	5,4	
Rezistență la îmbătrânire	Variație masă *	EN 12607-1	%	≤ 0,5	-0,02
	Penetrație reziduală		%	≥ 60	74
	Creșterea punctului de înmuiere		°C	≤ 8	1,0
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 235	328	
Punct de rupere	EN 12593	°C	≤ -15	-22	
Revenire elastică	la 25°C	EN 13398	%	≥ 80	92
	la 10°C	EN 13398	%	TBR	77
Scăderea punctului de înmuiere conform EN 12607-1	EN 1427	°C	TBR	0,2	
Revenire elastică la 25°C conform EN 12607-1	EN 13398	%	≥60	85	
Revenire elastică la 10°C conform EN 12607-1	EN 13398	%	NR	72	
Stabilitate la depozitare (3 zile) Diferență punct de înmuiere	EN 13399 EN 1427	°C	≤ 5	1,2	
* variația masei poate fi o valoare pozitivă sau negativă NR – No Requirement (lipsă cerințe) TBR – To Be Reported (de raportat)					

Tabelul 4.4. Cerințele și proprietățile bitumului înalt modificat **ORBITON 45/80-80 HiMA** produs în anul 2015 (rezultatele încercărilor ORLEN Laboratorium S.R.L., acreditat PCA nr. AB 484)

Proprietate	Metoda de încercare	Unitatea	Cerință	Valoarea medie a anului 2015	
Penetrație la 25°C	EN 1426	0,1 mm	de la 45 la 80	66	
Punctul de înmuiere	EN 1427	°C	≥ 80	91,8	
Coeziune	Rezistența la tracțiune prin metoda ductilometrului (tracțiune 50 mm/min.) EN 13589 EN 13703	J/cm ²	≥ 2,0 (la 10°C)	3,9	
Rezistență la îmbătrânire	Variație masă *	EN 12607-1	%	≤ 0,5	-0,02
	Penetrație reziduală		%	≥ 60	70
	Creșterea punctului de înmuiere		°C	≤ 8	1,0
Punct de inflamabilitate	EN ISO 2592	°C	≥ 235	327	
Punct de rupere	EN 12593	°C	≤ -18	-20	
Revenire elastică	la 25°C	EN 13398	%	≥ 80	95
	la 10°C	EN 13398	%	TBR	75
Scăderea punctului de înmuiere conform EN 12607-1	EN 1427	°C	TBR	4,3	
Revenire elastică la 25°C conform EN 12607-1	EN 13398	%	≥ 60	92	
Revenire elastică la 10°C conform EN 12607-1	EN 13398	%	NR	80	
Stabilitate la depozitare (3 zile) Diferență punct de înmuiere	EN 13399 EN 1427	°C	≤ 5	1,0	
* variația masei poate fi o valoare pozitivă sau negativă NR – No Requirement (lipsă cerințe) TBR – To Be Reported (de raportat)					

Tabelul 4.5. Cerințele și proprietățile bitumului înalt modificat **ORBITON 65/105-80 HiMA** produs în anul 2015 (rezultatele încercărilor **ORLEN Laboratorium S.R.L.**, acreditat PCA nr. AB 484)

Proprietate		Metoda de încercare	Unitatea	Cerință	Valoarea medie a anului 2015
Penetrație la 25°C		EN 1426	0,1 mm	de la 65 la 105	66
Punctul de înmuiere		EN 1427	°C	≥ 80	91,8
Coeziune	Rezistența la tracțiune prin metoda ductilometrului (tracțiune 50 mm/min.)	EN 13589 EN 13703	J/cm ²	TBR (la 10°C)	6,2
Rezistență la îmbătrânire	Variație masă *	EN 12607-1	%	≤ 0,5	0,07
	Penetrație reziduală		%	≥ 60	69
	Creșterea punctului de înmuiere		°C	≤ 8	0,0
Punct de inflamabilitate		EN ISO 2592	°C	≥ 235	> 245
Punct de rupere		EN 12593	°C	≤ -18	-20
Revenire elastică	la 25°C	EN 13398	%	≥ 80	100
	la 10°C	EN 13398	%	TBR	84
Scăderea punctului de înmuiere conform EN 12607-1		EN 1427	°C	TBR	3,8
Revenire elastică la 25°C conform EN 12607-1		EN 13398	%	≥ 70	99
Revenire elastică la 10°C conform EN 12607-1		EN 13398	%	NR	82
Stabilitate la depozitare (3 zile) Diferență punct de înmuiere		EN 13399 EN 1427	°C	≤ 5	3,5
* variația masei poate fi o valoare pozitivă sau negativă NR – No Requirement (lipsă cerințe) TBR – To Be Reported (de raportat)					

4.2.2. Proprietăți conform *Superpave*

Mai jos sunt prezentate proprietățile bitumului înalt modificat **ORBITON HiMA** marcate conform metodei americane *Superpave*, efectuate în anii 2012-2015.

4.2.2.1. Analiza proprietăților la temperaturi scăzute

În sistemul *Performance Grade* pentru analizarea comportamentului bitumului la temperatură joasă se folosește reometrul cu bară de încovoiere BBR (*Bending Beam Rheometer*).

În tabelul 4.6 sunt prezentate rezultatele încercării proprietăților la temperaturi joase a **ORBITON HiMA** marcate în reometrul cu bară de încovoiere BBR îmbătrânit în RTFOT și PAV.

Parametrii încercării:

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

Tabelul 4.6. Rezultatele încercării proprietăților la temperaturi joase a ORBITON HiMA după îmbătrânirea (RTFOT+PAV), în reometrul cu bară de încovoiere BBR la $S(60) = 300\text{MPa}$, $m(60) = 0,3$ și rigiditate S la temperatura de -16°C

Tipul bitumului	Temperatura critică la $S(60) = 300\text{MPa}$ $T(S)_{60}$ [$^\circ\text{C}$]	Temperatura critică la $m(60) = 0.3$ $T(m)_{60}$ [$^\circ\text{C}$]	Rigiditatea bitumului la temperatura -16°C $S(T)_{-16}$ [MPa]
	EN 14771, AASHTO PP 42		
	mai puțin = mai bine		
ORBITON 25/55-80 HiMA	-18,5	-16,2	229,5
ORBITON 45/80-80 HiMA	-19,7	-19,8	181,3
ORBITON 65/105-80 HiMA	-20,6	-20,8	171,3

În figura 4.4. este prezentată compararea proprietăților la temperaturi joase a ORBITON HiMA cu bitumurile clasice modificate ORBITON și cu bitumurile rutiere cu un interval asemănător de penetrație.

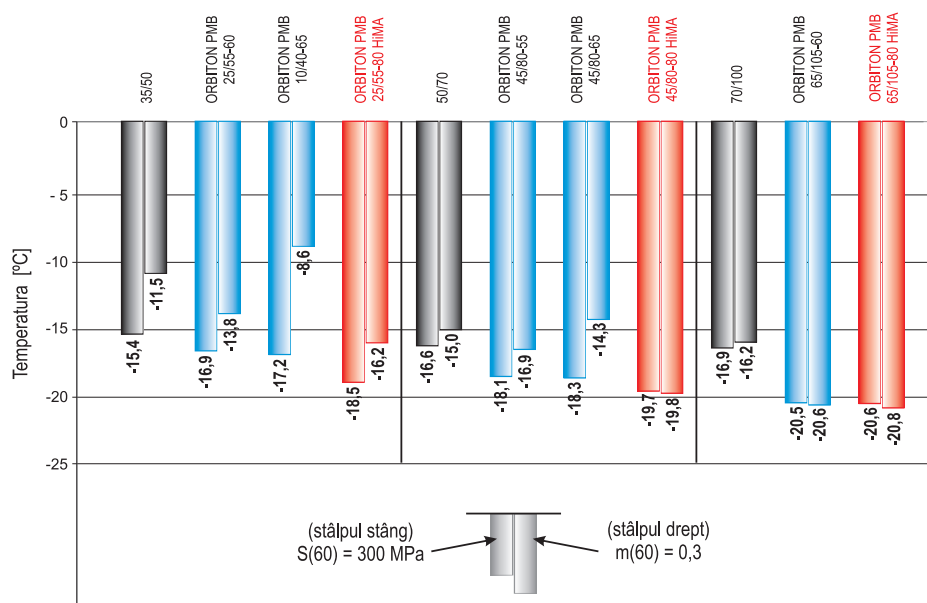


Fig. 4.4. Compararea proprietăților la temperaturi joase a ORBITON HiMA cu bitumurile clasice modificate ORBITON și cu bitumurile rutiere cu un interval asemănător de penetrație (temperatura critică la $S(60) = 300\text{MPa}$ și la $m(60) = 0.3$)

4.2.2.2. Analiza proprietăților la temperaturi intermediare – rezistența la oboseală

Pentru analiza oboselei lianților se folosește reometrul de forfecare dinamică DSR.

Rezistența liantului la formarea de fisuri din cauza oboselei se determină la o temperatură intermediară (în funcție de tipul PG). Cerința care limitează rigiditatea $G^* \cdot \sin\delta$ la maxim 5000 kPa (în noua versiune a sistemului PG această cerință a fost crescută la 6000 kPa).

În tabelul 4.7. sunt prezentate rezultatele încercărilor în reometrul de forfecare dinamică DSR pentru determinarea temperaturii critice contractuale din punct de vedere al fisurării la oboseală a bitumurilor înalt modificate.

Tabelul 4.7. Rezultatele încercărilor proprietăților biturilor ORBITON HiMA în reometrul de forfecare dinamică DSR.

Tipul bitumului	Temperatura critică la $G^* \cdot \sin \delta = 5000 \text{ kPa}$ bitum după RTFOT+PAV [°C]	Temperatura critică la $G^* \cdot \sin \delta = 6000 \text{ kPa}$ bitum după RTFOT+PAV [°C]
	AASHTO T 315	AASHTO T 315
	mai puțin = mai bine	
ORBITON 25/55-80 HiMA	17,9	16,2
ORBITON 45/80-80 HiMA	13,2	11,4
ORBITON 65/105-80 HiMA	12,3	11,3

În fig. 4.5. este prezentată compararea proprietăților la temperaturi intermediare a biturilor înalt modificate ORBITON HiMA cu biturile clasice modificate ORBITON și cu biturile rutiere cu un interval asemănător de penetrație.

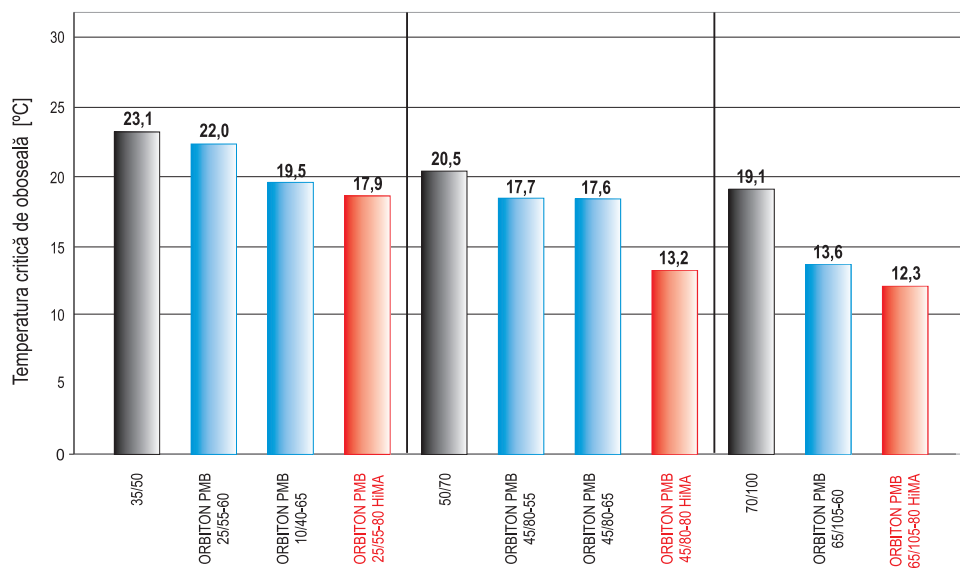


Fig. 4.5. Compararea proprietăților la oboseală a ORBITON HiMA cu biturile clasice modificate ORBITON și cu biturile rutiere cu un interval asemănător de penetrație, metoda DSR ($G^* \cdot \sin \delta = 5000 \text{ kPa}$) conform Superpave

4.2.2.3. Analiza proprietăților la temperaturi ridicate

4.2.2.3.1. Metoda clasică cu DSR (G^* și δ)

În conformitate cu metoda clasică *Superpave*, rezistența liantului la acțiunea temperaturii ridicate este determinată în reometrul de forfecare dinamică DSR cu ajutorul măsurii a doi parametri:

- 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,

Este necesar ca în cea mai înaltă temperatură de funcționare așteptată a bitumului în suprafață (așa numitul „PG superior”), bitumul să fie caracterizat prin parametrii specifici analizați în DSR:

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

În tabelul 4.8. sunt prezentate rezultatele încercării proprietăților biturilor ORBITON HiMA în reometrul de forfecare dinamică DSR.

Parametrii încercării:

- modulul compus de rigiditate G^* și unghiul de fază δ a bitului înainte de îmbătrânire pentru determinarea temperaturii critice la $G^*/\sin\delta=1$ kPa,
- modulul compus de rigiditate G^* și unghiul de fază δ a bitului după îmbătrânirea RTFOT pentru determinarea temperaturii critice la $G^*/\sin\delta=2,2$ kPa,

Tabelul 4.8. Rezultatele încercărilor efectuate pentru determinarea proprietăților biturilor în reometrul de forfecare dinamică DSR

Tipul bitului	Temperatura critică la $G^*/\sin\delta=1$ kPa bitul înainte de îmbătrânire [°C]	Temperatura critică la $G^*/\sin\delta=2,2$ kPa bitul după RTFOT [°C]
	AASHTO T 315	AASHTO T 315
	mai mult = mai bine	
ORBITON 25/55-80 HiMA	105,2	95,4
ORBITON 45/80-80 HiMA	98,2	84,3
ORBITON 65/105-80 HiMA	94,3	77,4

În fig. 4.6. este prezentată compararea temperaturii critice superioare în încercarea DSR prin luarea în considerare a doi parametri ($G^*/\sin\delta$) pentru biturile ORBITON HiMA în comparație cu biturile clasice modificate ORBITON și cu biturile rutiere cu un interval asemănător de penetrație.

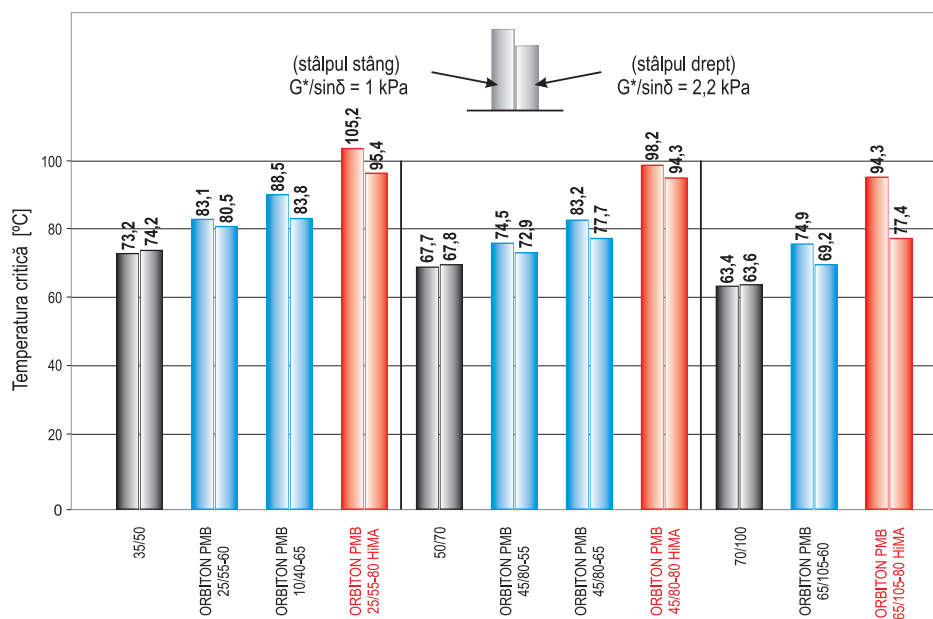


Figura 4.6. Compararea temperaturii superioare critice în DSR pentru ORBITON HiMA cu biturile clasice modificate ORBITON și cu biturile rutiere cu un interval asemănător de penetrație

În figurile 4.7.– 4.9. este prezentată curba Black pentru biturile rutiere și modificate cu un interval asemănător de penetrație ca celelalte tipuri ORBITON HiMA.

Curba Black ajută la evaluarea dependenței modulului compus de rigiditate a liantului G^* în funcție de unghiul de fază δ . După cum se poate observa în figurile de mai jos, cu cât liantul este mai elastic, cu atât scade modulul compus de rigiditate G^* și cu atât se accentuează partea elastică a acționării liantului sub forma micșorării unghiului de fază. În concluzie, cu cât este mai mic unghiul de fază δ – cu atât este mai bine.

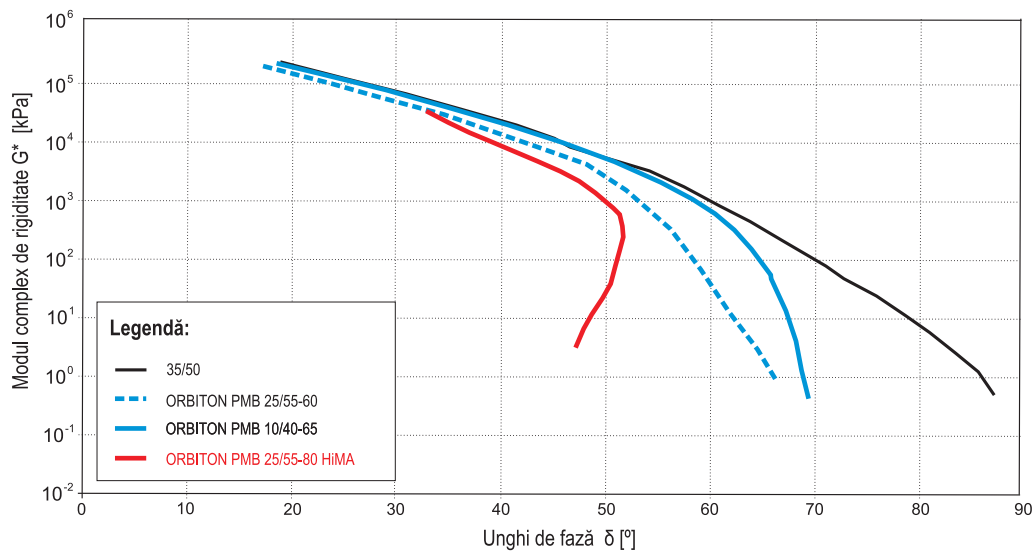


Figura 4.7. Compararea Curbei Black pentru **ORBITON 25/55-80 HiMA** cu **ORBITON 25/55-60**, **ORBITON 10/40-65** și cu bitumul rutier **35/50** (bitumuri neîmbătrânite).

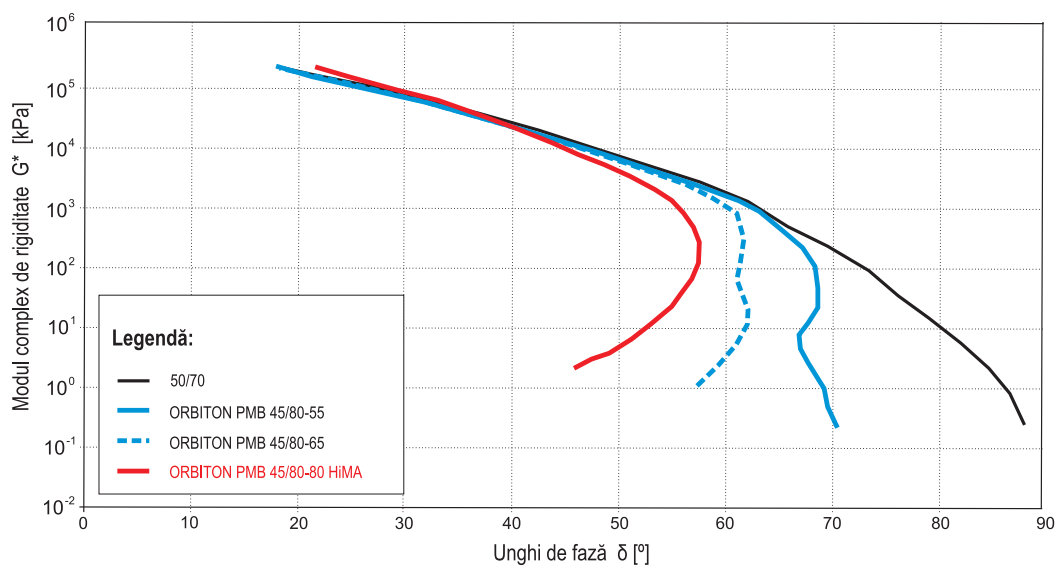


Fig. 4.8. Compararea Curbei Black pentru **ORBITON 45/80-80 HiMA** cu **ORBITON 45/80-55**, **ORBITON 45/80-65** și cu bitumul rutier **50/70** (bitumuri neîmbătrânite).

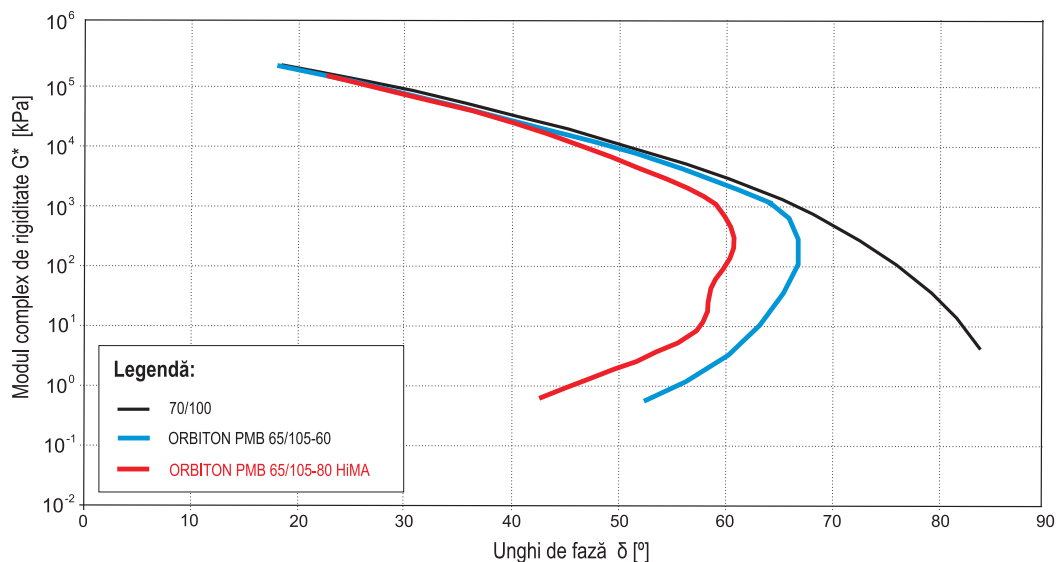


Fig. 4.9. Compararea Curbei Black pentru **ORBITON 65/105-80 HiMA** cu **ORBITON 65/105-60**, **ORBITON 70/100** și cu bitumul rutier **70/100** (bitumuri neîmbătrânite).

În figurile 4.10. – 4.11. sunt prezentate curbele master (eng. *master curves*) a modului compus de rigiditate G^* și a unghiului de fază δ în funcție de frecvență, efectuate pentru toate bitumurile înalt modificate ORBITON HiMA.

Încercările au fost efectuate în intervalul de frecvență $0,1 \div 10$ Hz pentru temperaturile de $-10, 0, 10, 25, 40, 60, 70^\circ\text{C}$, iar apoi, utilizând metoda de superpoziție a temperaturii și a frecvenței, au fost obținute curbe pentru temperatura de 25°C .

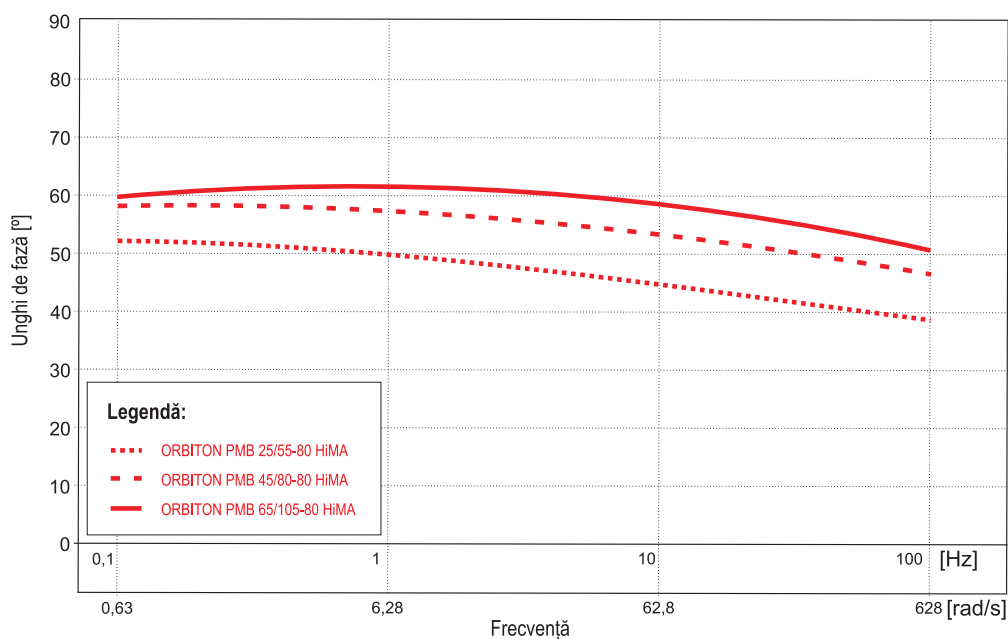


Fig. 4.10. Curba master a unghiului de fază δ în funcție de frecvență pentru bitumurile ORBITON HiMA înainte de îmbătrânire. Conversia în intervalul de frecvență de la 0,1 la 10 Hz, superpoziția până la 25°C .

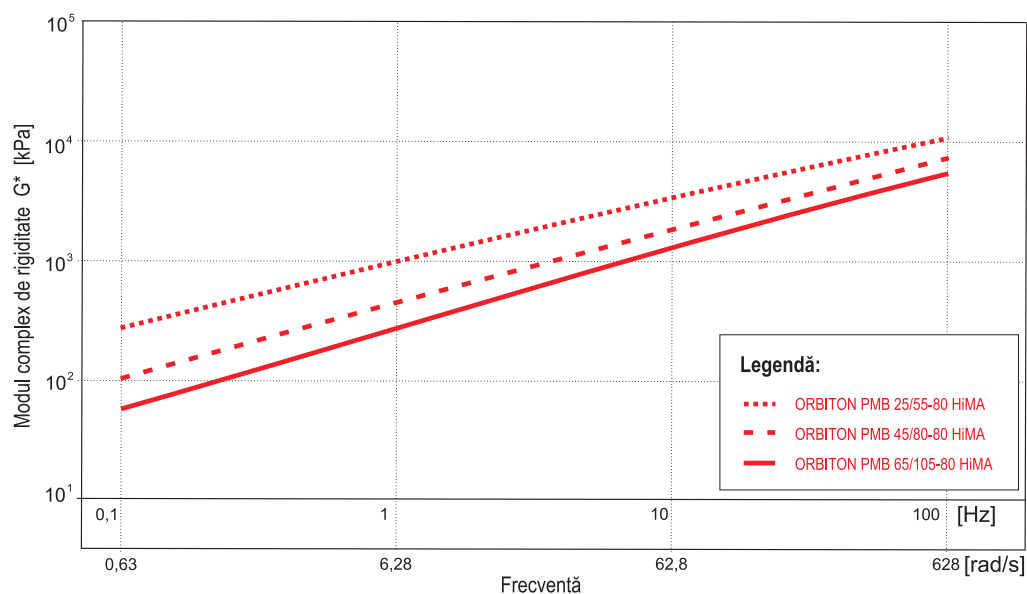


Fig. 4.11. Curba master a modului compus de rigiditate G^* în funcție de frecvență pentru biturile ORBITON HiMA înainte de îmbătrânire. Conversia în intervalul de frecvență de la 0,1 la 10 Hz, superpoziția până la 25°C.

4.2.2.3.2. Rezultatele și clasificarea biturilor conform metodei MSCR

Încercarea MSCR este o dezvoltare a metodei *Superpave*. Descrierea detaliată a încercării MSCR este inclusă în capitolul 7 al prezentului Ghid.

În tabelele 4.9. – 4.11. sunt prezentate rezultatele încercărilor MSCR a biturilor înalt modificate ORBITON HiMA produse de ORLEN Asfalt în anul 2015, realizate pe baza metodei *Superpave Plus* și a standardului european EN 16659.

Tabelul 4.9. Rezultatele încercărilor MSCR pentru bitumul ORBITON 25/55-80 HiMA pe baza metodei AASHTO TP 70/ ASTM D7405 și EN 16659

Parametrii marcați	Intervalul de temperatură conform <i>Superpave</i>			Intervalul de temperatură conform standardului european		
	AASHTO TP 70 ASTM D7405			EN 16659		
	Probe după îmbătrânire cu metoda RTFOT conform EN 12607-1			Probe înainte de îmbătrânire		
	58°C	64°C	70°C	50°C	60°C	70°C
J_{nr} 0,1 kPa	0,013	0,023	0,035	0,020	0,022	0,068
J_{nr} 3,2 kPa	0,015	0,027	0,041	0,013	0,026	0,094
J_{nr} diff	9,1	16,7	15,9	31,0	23,0	38,2
R 0,1 kPa	92,7	92,3	92,9	87,5	94,5	91,5
R 3,2 kPa	92,2	91,6	92,4	91,6	93,5	89,1
R diff	0,5	0,8	0,6	-4,8	1	2,6
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră, conform parametrului J_{nr} 3,2 kPa (la temperatura încercării)	Extreme	Extreme	Extreme	nu se clasifică		

Tabelul 4.10. Rezultatele încercărilor MSCR pentru bitumul ORBITON 45/80-80 HiMA pe baza metodei AASHTO TP 70/ ASTM D7405 și EN 16659

Parametrii marcați	Intervalul de temperatură conform <i>Superpave</i>			Intervalul de temperatură conform standardului european		
	AASHTO TP 70 ASTM D7405			EN 16659		
	Probe după îmbătrânire cu metoda RTFOT conform EN 12607-1			Probe înainte de îmbătrânire		
	58°C	64°C	70°C	50°C	60°C	70°C
J_{nr} 0,1 kPa	0,023	0,027	0,041	0,020	0,020	0,038
J_{nr} 3,2 kPa	0,023	0,027	0,041	0,020	0,021	0,036
J_{nr} diff	1,9	3,2	3,5	4,9	0,6	6,2
R 0,1 kPa	94,9	96,3	96,1	94,9	97,6	97,3
R 3,2 kPa	95,3	96,4	96,1	94,9	97,6	97,4
R diff	-0,4	-0,2	0,0	0,0	0,0	-0,1
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră, conform parametrului J_{nr} 3,2 kPa (la temperatura încercării)	Extreme	Extreme	Extreme	nu se clasifică		

Tabelul 4.11. Rezultatele încercărilor MSCR pentru bitumul ORBITON 65/105-80 HiMA pe baza metodei AASHTO TP 70/ ASTM D7405 și EN 16659

Parametrii marcați	Intervalul de temperatură conform <i>Superpave</i>			Intervalul de temperatură conform standardului european		
	AASHTO TP 70 ASTM D7405			EN 16659		
	Probe după îmbătrânire cu metoda RTFOT conform EN 12607-1			Probe înainte de îmbătrânire		
	58°C	64°C	70°C	50°C	60°C	70°C
J_{nr} 0,1 kPa	0,011	0,010	0,014	0,010	0,008	0,012
J_{nr} 3,2 kPa	0,008	0,009	0,012	0,009	0,007	0,010
J_{nr} diff	26,2	15,1	9,8	11,4	22,5	18,8
R 0,1 kPa	97,5	98,3	98,3	97,5	98,9	98,8
R 3,2 kPa	98,3	98,7	98,4	97,9	99,0	99,0
R diff	-0,8	-0,4	-0,2	-0,4	-0,2	-0,2
Clasificare finală a utilității pentru circulația rutieră, conform parametrului J_{nr} 3,2 kPa (la temperatura încercării)	Extreme	Extreme	Extreme	nu se clasifică		

4.2.3. Dependența viscozității de temperatură

În figurile 4.12. – 4.14. sunt prezentate curbele caracteristice viscozității biturilor înalt modificate ORBITON HiMA înainte și după îmbătrânire, care pot fi folosite la stabilirea caracteristicii viscozitate – temperatură. Totuși, luând în considerare ca atipice caracteristicile liantului care rezultă din inversarea fazelor bitum-polimer și caracteristicile specifice ale polimerului folosit, acceptarea dependenței temperatură-viscozitate pentru determinarea cu precizie a temperaturii tehnologice pare improprie. Determinate în acest fel, temperaturile sunt în mare măsură apropiate.

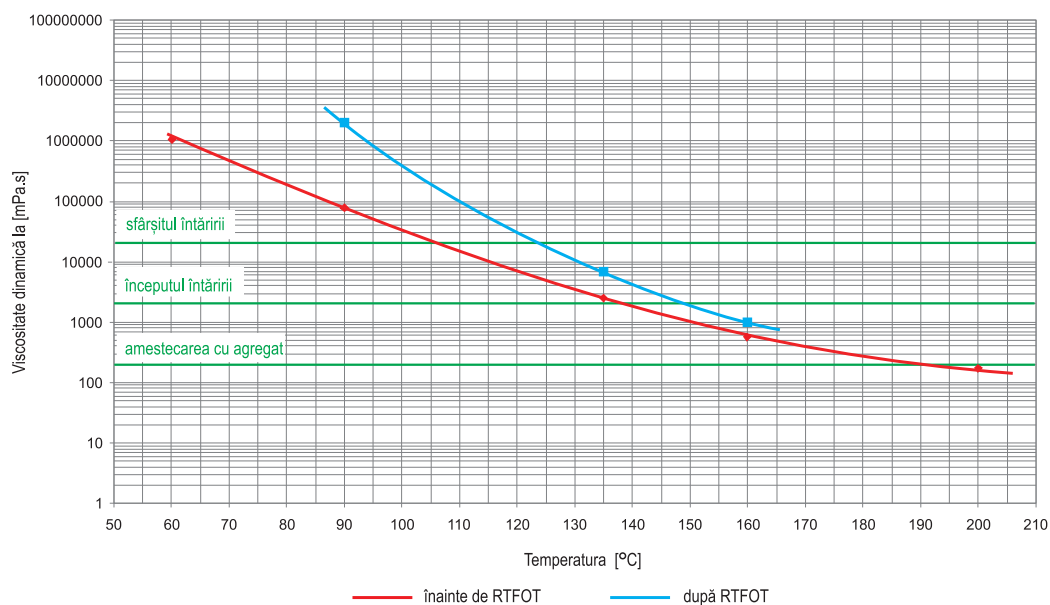


Figura 4.12. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul înalt modificat **ORBITON 25/55-80 HiMA**

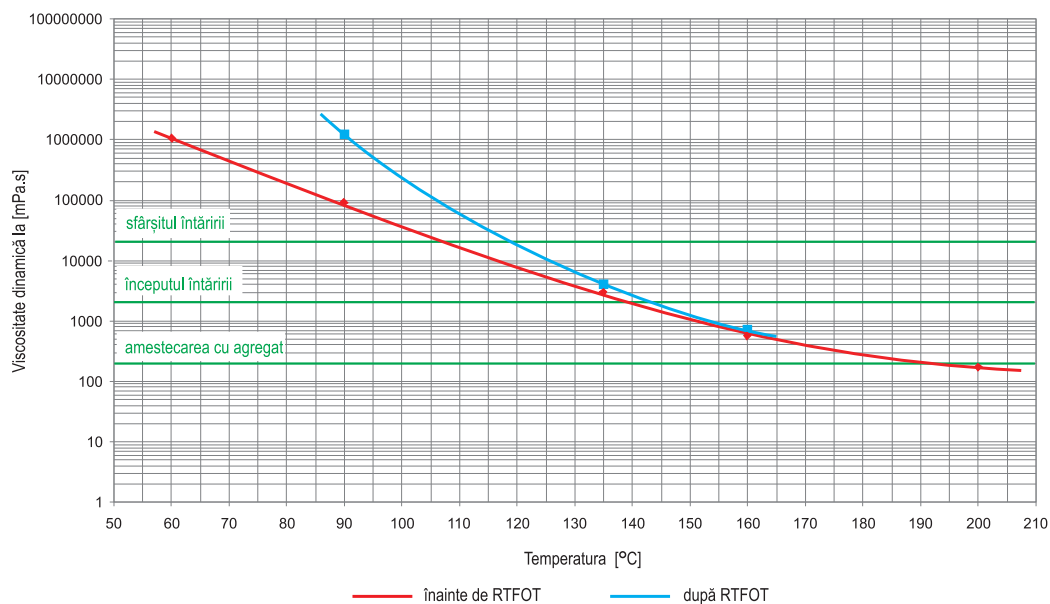


Figura 4.13. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul înalt modificat **ORBITON 45/80-80 HiMA**

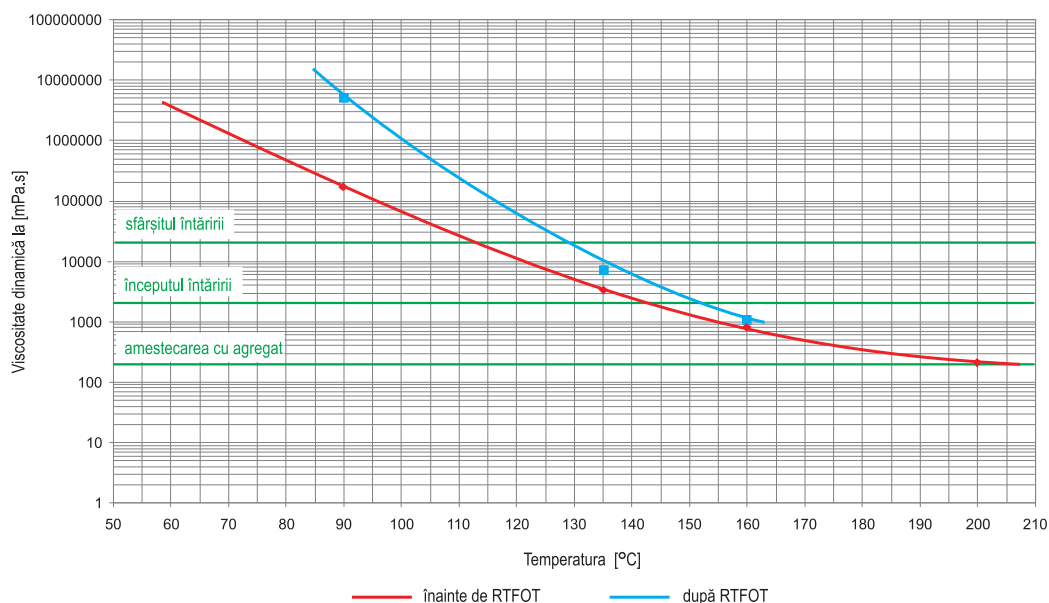


Figura 4.14. Dependența viscozității de temperatură pentru bitumul înalt modificat **ORBITON 65/105-80 HiMA**

4.2.4. Temperaturi tehnologice

Potrivit autorilor acestui Ghid, în cazul biturilor înalt modificate de tipul HiMA rezistența în timpul determinării temperaturilor tehnologice numai asupra viscozității liantului poate duce la supraestimarea lor, care la rândul său, contribuie la încălzirea excesivă a liantului. Un tip special de polimer SBS folosit pentru modificarea biturilor de tipul HIMA, la temperaturi de peste 100°C, nu cauzează asemenea probleme ca SBS -ul standard utilizat în producția de lianți obișnuiți modificați. Prin urmare, temperaturile tehnologice trebuie alese cu foarte mare atenție.

În tabelul 4.12. este prezentată propunerea temperaturilor tehnologice pentru biturile înalt modificate ORBITON HiMA în laborator, în unitatea de producție și pe șantier.

Tabelul 4.12. Temperaturile tehnologice ale biturilor înalt modificate ORBITON HiMA

	ORBITON 25/55-80 HiMA	ORBITON 45/80-80 HiMA	ORBITON 65/105-80 HiMA
În laborator:			
Temperatura de întărire a probelor Marshall realizate în presa giratorie	155-160°C	150-155°C	145-150°C
Temperatura componentelor în unitatea de producție:			
Pomparea bitumului	mai mare de 160°C	mai mare de 150°C	mai mare de 140°C
Depozitarea bitumului pe o durată scurtă în unitatea de producție (până la 3 zile)	până la 200°C	până la 190°C	până la 190°C
Depozitarea bitumului pe o durată lungă în unitatea de producție (mai mult de 3 zile)	până la 160°C	până la 160°C	până la 160°C
Temperatura mixturii asfaltice finite în agitatorul unității de producție:			
Beton asfaltic – BA	max. 195°C	max. 195°C	max. 185°C
MAS/SMA	max. 195°C	max. 195°C	max. 185°C
Asfalt poros	nu se aplică	max. 195°C	max. 185°C
Asfalt turnat – MA	max. 220°C	max. 220°C	max. 220°C
Temperatura pe șantier:			
Temperatura minimă a mixturii livrate pe șantier (în coșul finisorului)	180°C	180°C	175°C
Temperatura finală a întăririi efective a stratului	> 150°C	> 145°C	> 120°C

Atenție: în tabelul 4.12. datele de temperatură au fost determinate pe baza concluziilor preliminare din tronsoanele experimentale. Ca urmare a dobândirii de noi experiențe, acestea pot suferi modificări. Se recomandă verificarea temperaturilor tehnologice pe un tronson de probă.

4.2.5. Depozitarea

Din cauza proprietăților specifice ale biturilor ORBITON HIMA recomandăm utilizarea liantului direct după livrarea lor, fără timpul nefolositor de depozitare în rezervor.

În cazul necesității păstrării (maxim 3 zile) se recomandă omogenizarea produsului prin amestecarea bitumului într-un circuit închis în unul sau mai multe rezervoare. Este recomandabil ca cel puțin unul dintre rezervoare să fie echipat cu agitator. O depozitare prea mare (peste 3 zile) la temperaturi ridicate poate duce la o creștere progresivă a viscozității bitumului înalt modificat, limitând posibilitatea utilizării lui fără probleme.

În cazul unei depozitări planificate a bitumului în rezervor mai mult de 3 zile, recomandăm reducerea temperaturii la maxim 160°C și amestecare periodică (recirculare).

După expirarea perioadei de 3 zile se recomandă efectuarea încercărilor de bază pentru controlul a proprietăților bitumului înalt modificat în scopul asigurării că produsul nu și-a pierdut proprietățile. Trebuie să se efectueze următoarele încercări:

- 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, circularea.

Depozitarea de lungă durată (peste 3 zile) la temperatură ridicată și la temperatură redusă

Nu se recomandă depozitarea biturilor înalt modificate pe o perioadă mai mare de 3 zile la o temperatură ridicată. Păstrarea la o temperatură redusă este posibilă, dar necesită controlul parametrilor liantului.

Alte observații:

- în cazul modificării tipului de bitum din rezervor trebuie să vă asigurați de fiecare dată că rezervorul de înmagazinare este gol,
- nu amestecați biturile înalt modificate HiMA cu alte bituri, un asemenea amestec produce deteriorarea semnificativă a proprietăților lianților folosiți și influențează durabilitatea suprafeței realizate,
- nu se recomandă încălzirea și răcirea de mai multe ori a biturilor înalt modificate ORBITON HiMA.

4.2.6. Probe de bitum în laborator

Modul în care este tratat bitumul în laborator influențează foarte mult rezultatele obținute ale încercărilor atât pentru bituri, cât și pentru mixturile asfaltice. Suplimentar, trebuie reținut că proba de bitum încălzită și/sau supra încălzită în mai multe rânduri în uscător se poate întări semnificativ și din acest motiv rezultatele obținute nu vor fi conforme cu realitatea.

În timpul utilizării probelor de bitum trebuie evitată încălzirea de mai multe ori a acestora. Autorii sugerează utilizarea unui număr mai mare de probe mici (pentru utilizare unică) în locul unui recipient mare cu bitum. În cazul necesității utilizării unei probe de bitum într-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 utilizare în laborator a probelor cu bitum înalt modificat ORBITON HiMA a fost prezentat în tabelul 4.13.

Tabelul 4.13. Temperatura de încălzire a probelor în laborator

Mărimea probelor în rezervor	ORBITON 25/55-80 HiMA	ORBITON 45/80-80 HiMA	ORBITON 65/105-80 HiMA
rezervor cu capacitate de 1 l, – timpul maxim de încălzire a probei 2 ore	max. 180	max. 180	max. 175
rezervor cu capacitate de 1-2 litri – timpul maxim de încălzire a probei 3 ore	max. 180	max. 180	max. 175
rezervor cu capacitate de 2-3 litri – timpul maxim de încălzire a probei 3,5 ore	max. 185	max. 185	max. 180
rezervor cu capacitate de 3-5 litri – timpul maxim de încălzire a probei 4 ore	max. 185	max. 185	max. 180
rezervor cu capacitate mai mare de 5 litri – timpul maxim de încălzire a probei 8 ore	160-200	160-220	160-180

Observații suplimentare:

- recipientul cu proba nu poate fi închis etanș,
- în niciun caz probele nu trebuie să fie încălzite la temperaturi care să depășească 200°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 bitumuri obținute în urma efectuării extracției mixturii asfaltice conform standardelor EN 12697-1, EN 12697-2, EN 12697-4 trebuie să fie supuse încercărilor imediat după reprimire, pentru a evita astfel încălzirea repetată.

4.2.7. Producția mixturii asfaltice

În timpul amestecării bitumului cu agregatul, procesele de îmbătrânire a lianților se accelerează considerabil și din acest motiv trebuie ales cu pricepere așa numitul timp de amestecare „ la umed”. Aducându-vă aminte de acest fapt, nu trebuie să supra încălziți lianții de tipul HiMA și să urmați indicațiile din tabelul 4.12. Nu trebuie depășită temperatura maximă de producție recomandată, nici măcar în scopul asigurării lucrabilității și a compactibilității pe șantier.

Temperaturile date în tabelul 4.12 nu se referă la mixturile asfaltice în care este adăugată o substanță în scopul reducerii temperaturii de producție și de punere în operă a acesteia. La ORLEN Asphalt nu s-au efectuat încercări în domeniul compatibilității unor asemenea mijloace cu ORBITON HiMA și, din acest motiv, utilizarea acestora se face strict pe responsabilitatea producătorului mixturii asfaltice. Utilizarea suplimentară a aditivilor care scad temperatura de producție și de punere în operă trebuie să fie precedată de încercări în laborator.

Bitumurile ORBITON HiMA dau suprafeței o foarte bună rezistență față de apariția fâgașelor. Nu trebuie așadar proiectată rețeta mixturii asfaltice la cantitatea minimă de liant, dar se recomandă să adăugați aproximativ 0,2-0,3 pp (puncte procentuale) de liant mai mult la bitumurile convenționale. Acest lucru va îmbunătăți elasticitatea stratului, rezistența lui la fisurarea de iarnă și lucrabilitatea în timpul punerii în operă.

În cazul utilizării varului hidratat în mixtură (cu scopul de a îmbunătăți durabilitatea și adeziunea bitumului la agregate), trebuie efectuată mai întâi analiza de prelucrabilitate a mixturii și în acest fel trebuie ales conținutul de var și de liant pentru a obține întărirea mixturii. Conținutul de var nu trebuie să depășească totuși 1.3% din masa mixturii asfaltice. Cel mai probabil pentru a obține lucrabilitatea va fi necesară creșterea cantității de liant în mixtura asfaltică. Varul trebuie adăugat la mixturile de tip HiMA foarte moi (45/80-80 și 65/105-80).

În cazul zonelor în care există o temperatură foarte scăzută se recomandă utilizarea de PMB 65/105-80 HiMA.

4.2.8. Transportul mixturii asfaltice

În cazul transportului mixturii asfaltice, în care a fost folosit bitum înalt modificat, se aplică aceleași reguli pentru transportul mixturilor ca și pentru alte bitumuri modificate cu polimeri. Trebuie să se acorde atenție la acoperirea mixturii cu prelata.

4.2.9. Punere în operă

În timpul punerii în operă a mixturilor care conțin bitum înalt modificat ORBITON HiMA trebuie să se aplice aceleași principii care sunt utilizate la bitumurile modificate. Numărul și tipul de cilindri, numărul de treceri pot fi mărite, iar parametrii finali trebuie să fie selectați pe tronsonul de testare. Un factor-cheie, căruia trebuie să îi acordăm atenție este temperatura corespunzătoare de producție a mixturii și de punere în operă. În cazul unei temperaturi prea mici a mixturii pot apărea probleme cu întărirea.

În timpul încorporării ORBITON 25/55-80 HiMA și ORBITON 45/80-80 poate fi necesară creșterea numărului de cilindri în special când are loc o scădere bruscă a temperaturii mixturii asfaltice (perioada de toamnă). În timpul întăririi, mixtura se poate comporta elastic și se poate deplasa sub cilindri, mai ales în prima fază de întărire la temperatură ridicată.

După terminarea lucrărilor la îmbrăcăminte, vă recomandăm să curățați echipamentul de resturile de mixtură asfaltică imediat, atâta timp cât mixtura este încă fierbinte (observația se referă mai ales la curățarea utilajului).

4.2.10. Încercări pentru recepție

La recepția stratului de mixtură asfaltică care conține ORBITON HiMA se aplică aceleași metode de încercare ca la lianții standard.

În cazul în care, controlul conține determinarea conținutului de polimer în liantul recepționat, trebuie să fiți atent că la un conținut mare de polimer, rezultatul se caracterizează printr-o precizie mai mică.

5.1. INTRODUCERE

Fenomenul de oboseală a îmbrăcăminților bituminoase este unul dintre aspectele cheie ale proiectării acestora. Acest lucru este important nu numai pentru rezistența întregii îmbrăcăminții, calculată în ani, dar, de asemenea, pentru costul construcției și a întreținerii drumurilor. Prin urmare, el are o mare influență asupra strategiei de gestionare a rețelei rutiere de către administratorii de drumuri.

Pentru cei mai mulți constructori de drumuri, problemele de rezistență la oboseală a suprafețelor bituminoase sunt neesențiale, aproape necunoscute. Puține persoane sunt interesate de modul în care și în ce măsură influențează „rezistența de calcul” mixturile asfaltice și, în consecință, rezistența drumului construit.

În acest capitol dorim să prezentăm teoria de bază referitoare la fenomenul de oboseală și a rezultatelor încercărilor comparative privind influența liantului bituminos asupra rezistenței la oboseală a mixturilor asfaltice.

Testarea la oboseală, folosind metoda 4PB-PR conform EN 12697-24, a fost efectuată în laboratorul Institutului de Cercetări Drumuri și Poduri din Varșovia în anul 2015.

5.2. FENOMENUL DE OBOSEALĂ ÎN ÎMBRĂCĂMINTEA BITUMINOASĂ

Structura rutieră clasică, suplu sau semirigidă, cu straturi bituminoase este reprezentată de un sistem multistrat: îmbrăcămintă rutieră (strat de legătură și strat de uzură), strat de bază (din mixtură asfaltică sau agregate legate sau nelegate) și fundația din agregate naturale, realizat pe un strat suport (terasament). În momentul acțiunii roții unui vehicul, întreaga structură se încovoiește, iar la baza ultimului strat bituminos apare valoarea maximă a deformației la întindere ϵ_t .

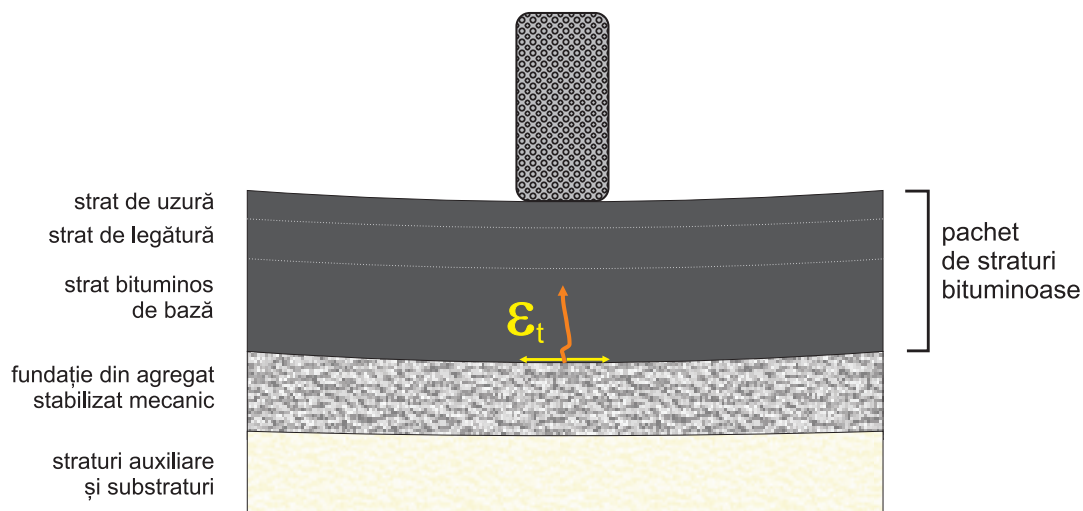


Figura 5.1. Structura straturilor suprafeței încărcate și locul apariției deformațiilor critice de întindere

Încărcarea individuală a suprafeței prin deplasarea unui vehicul greu, în ciuda apariției deformațiilor de întindere, nu determină inițierea fisurării stratului bituminos. Numai acumularea unui număr mare de cicluri de încărcare/descărcare va determina apariția așa-numitelor degradări din oboseală în mixtura asfaltică, iar în cele din urmă inițierea fisurării și începerea procesului de degradare a suprafeței.

Este evident că, cu cât sunt mai mari deformațiile de întindere din încovoiere, cu atât este mai mic numărul ciclurilor de încărcare necesar pentru a iniția fisurarea în straturile asfaltice. La proiectarea structurii rutiere, ținând seama de traficul preconizat, grosimile straturilor și caracteristicile materialelor se aleg astfel încât încovoierea, respectiv deformațiile de întindere la baza straturilor bituminoase, să fie reduse. Având toate acestea în vedere, trebuie acordată atenție pericolului subdimensionării pachetului de straturi bituminoase.

Cunoașterea teoretică ne oferă informația că rezistența la oboseală a mixturii asfaltice nu depinde numai de proprietățile liantului bituminos, ci și de proiectarea mixturii și punerea în operă a acesteia. Conținutul de liant este important, dar și parametri de volum, cum ar fi conținutul de goluri în strat sau umplerea cu bitum a golurilor din mixtura asfaltică (VFB). Același liant, chiar și cel mai bun, nu asigură rezistența dorită, în cazul în care, în etapa de proiectare a compoziției mixturii asfaltice sau în timpul realizării apar neregularități (de exp. densitatea slabă a stratului).

5.3. DETERMINAREA REZISTENȚEI LA OBOSEALĂ

Încercarea mixturilor asfaltice se face conform EN 12697-24 *Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 24: Rezistența la oboseală*. În acest standard sunt date câteva scheme de încărcare utilizate pentru determinarea rezistenței la oboseală a mixturilor asfaltice. În Polonia se folosește schema 4PB-PR, adică în patru puncte a epruvetei de tip grindă prismatică (fig. 5.2.). Alte condiții de încercare: temperatura de 10°C, frecvența de încărcare sinusoidală 10 Hz, modul de deformație controlată (eng. *controlled strain mode*, adică fiecare ciclu de încărcare produce în probă același nivel presupus de deformație la întindere ϵ_t).

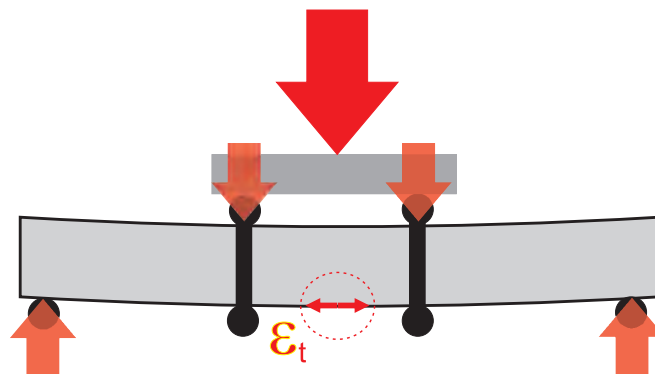


Figura 5.2. Schema de încărcare a epruvetei în încercarea 4PB-PR

Încercarea se realizează pentru un minim de trei niveluri de deformație la întindere ϵ_t . Încercarea începe cu determinarea preliminară a modului de rigiditate al materialului (mixturii asfaltice), urmată de o serie de cicluri de încovoiere a epruvetei, până în momentul în care aparatul indică scăderea modului de rigiditate a probei cu 50%. Aceasta înseamnă că în material a avut loc o serie de leziuni interne, care au dus la scăderea rigidității la jumătate. Numărul de cicluri care au determinat această reducere este considerată durata de viață convențională la oboseală N_f pentru nivelul deformației ϵ_t , adică obținem din încercare rezultatul $N_f(\epsilon_t)$.

După efectuarea încercărilor pentru trei niveluri de deformație ϵ_t și obținerea a trei rezultate corespunzătoare N_f , pe grafic poate fi trasată așa numita caracteristică de oboseală a mixturii asfaltice testate, care reprezintă rezistența la oboseală a materialului respectiv în funcție de deformația la întindere. Dacă analizăm două mixturi asfaltice și le punem pe un singur grafic, putem compara direct caracteristicile lor la oboseală (fig. 5.3.). Mixtura a cărei curbă de oboseala este situată mai sus, rezistă la mai multe cicluri de distrugere (prin urmare, este mai bună din punct de vedere al oboselii).

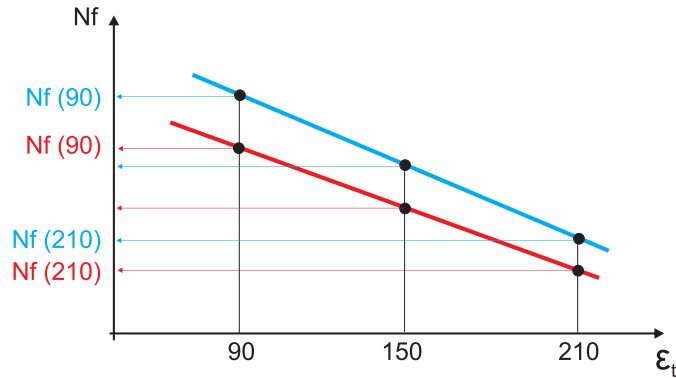


Figura 5.3. Exemple de caracteristici la oboseală a două mixturi asfaltice. Mixtura albastră se caracterizează prin parametri mai buni la oboseală – la aceeași deformare numărul de cicluri de rupere convențională este mai mare decât la mixtura roșie

5.4. REZULTATELE ÎNCERCĂRILOR

În anul 2015 au fost efectuate o serie de încercări comparative privind influența liantului bituminos asupra rezistenței la oboseală a mixturilor asfaltice.

Pentru încercări s-a folosit o mixtură asfaltică la stratul de legătură – AC16 W. Toate mixturile preparate s-au caracterizat prin aceeași granulometrie, în conformitate cu curba granulometrică prezentată în figura 5.4. și au conținut o cantitate constantă de bitum – 4,6% m/m. Tipul de liant bituminos utilizat în mixtura asfaltică a fost elementul diferit. S-a utilizat agregat bazaltic.

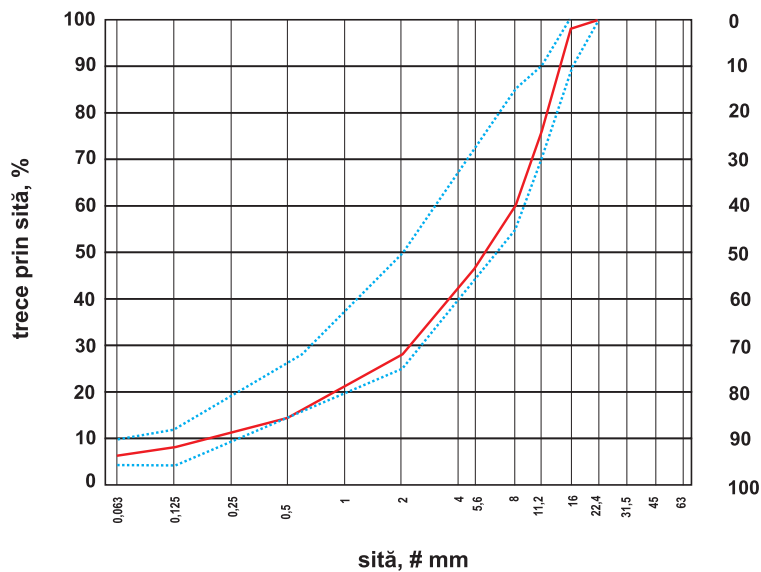


Figura 5.4. Granulometria mixturii asfaltice AC16 W folosite pentru încercările la oboseală și SCB

Au fost comparate următoarele bitumuri:

- bitumuri rutiere: 20/30, 35/50, 50/70,
- bitumuri modificate ORBITON: 25/55-60, 45/80-55,
- bitumuri înalt modificate ORBITON HiMA: 25/55-80, 45/80-80.

Prin încercările efectuate s-au obținut caracteristicile la oboseală pentru 7 mixturi asfaltice AC16 W cu 7 lianți (fig. 5.5.).

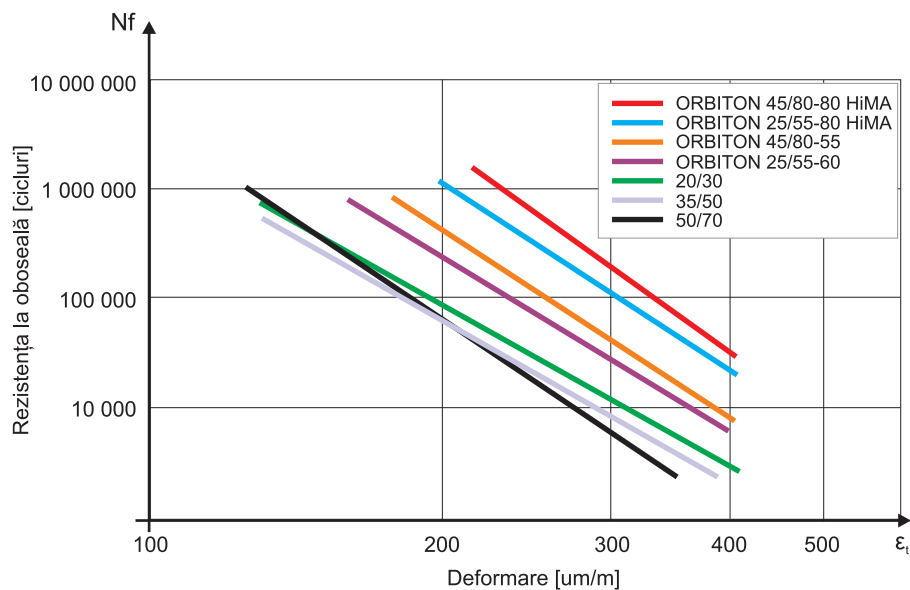


Figura 5.5. Compararea caracteristicilor la oboseală a 7 mixturi AC16 W cu diferiți lianți

În tabelul 5.1. sunt prezentate rezultatele comparative pentru ϵ_6 (deformația echivalentă pentru rezistența $N_f=10^6$ ciclurilor la oboseală) pentru mixtura analizată AC16 W. Acesta este un indicator orientativ al liantului pentru această mixtură. Trebuie să fiți atenți la faptul că lianții au fost comparați în betonul asfaltic pentru stratul de legătură (AC16 W) și nu în mixtura cu modulul ridicat la rigiditate (AC EME cu un conținut mai mare de liant). Din acest motiv valorile ϵ_6 obținute nu sunt la fel de mari ca cele obținute în AC EME și nu trebuie să fie raportate la valoarea necesară pentru această mixtură (de obicei $\epsilon_6 \geq 130$). Rezultatele sunt, desigur, mai mari decât la mixturile asfaltice clasice utilizat pentru straturile de bază bituminoase (cu un conținut mai mare de goluri și un conținut mai mic de liant bituminos).

Tabelul 5.1. Rezultatele comparative ϵ_6 pentru mixtura analizată AC16 W cu diferiți lianți

Lianți folosiți în mixtura asfaltică AC 16 W	Deformația echivalentă pentru rezistența de $N_f=10^6$ ciclurilor la oboseală ϵ_6 [$\mu\text{m/m}$]
ORBITON 45/80-80 HiMA	230
ORBITON 25/55-80 HiMA	203
ORBITON 45/80-55	171
ORBITON 25/55-60	153
50/70	125
20/30	122
35/50	116

Atât din figura 5.5., cât și din tabelul 5.1. descifrăm o separare clară a lianților în trei grupe cu caracteristici diferite la oboseală.

- Cele mai bune rezultate sunt obținute de biturile înalt modificate ORBITON HiMA, dintre care așa-numita medie HiMA (45/80-80) se caracterizează prin cea mai mare rezistență. La acești lianți cu rezultate foarte bune, predomină faza inversă într-un liant – avantajul fazei de polimer asupra celei de bitum și continuitatea rețelei de elastomeri, care îmbunătățește substanțial rezistența liantului și a amestecului la tracțiune.
- A doua grupă este formată din biturile clasice, modificate ORBITON. De asemenea, în această grupă, mai rezistent la oboseală s-a dovedit a fi bitumul cu polimeri mai moi (45/80-55). Biturile modificate sunt mai bune decât biturile rutiere, dar sunt întrecute de biturile înalt modificate cu polimeri.
- În ultima grupă sunt biturile rutiere, nemodificate. Toți cei trei lianți din această grupă au fost utilizați în încercările caracterizate prin proprietăți similare ale rezistenței la oboseală.

În toate grupele este vizibilă dependența obținerii rezultatelor mai bune de liantul mai moale, care este direct legată de metoda de testare în mod controlat la deformare. Această modalitate de testare este preferată pentru lianții și mixturile flexibile și maleabile, care, în același timp, au o mai mare elasticitate. De acest motiv lianții cu penetrare 45-80 sunt mai buni decât lianții cu penetrare de 25-55 observați în fiecare grupă de lianți.

Rezultatele de mai sus pot fi folosite ca un criteriu în timpul procesului de selecție a lianților pentru diverse utilizări, inclusiv în straturile speciale, de exp. *antioboseală AF* în construcțiile de tipul *perpetual pavements*.

6.1. INTRODUCERE

Se estimează că fisurile sunt una dintre cele mai frecvente degradări ale suprafețelor bituminoase, apărând chiar mai des decât cunoscutele fâgașe. Cauzele fisurilor suprafețelor pot fi foarte multe și cauzele lor ar trebui căutate într-o serie de fenomene și mecanisme. Acestea pot fi fisuri de contracție la temperaturi scăzute, fisuri transmise din straturile inferioare stabilizate cu liant hidraulic, fisuri de oboseală etc. În multe dintre aceste cazuri, un rol cheie îl joacă compoziția mixturii asfaltice, care într-o anumită măsură, poate contribui sau poate acționa împotriva apariției fisurilor.

Unul dintre factorii pe care îl putem lua în considerare, care acționează împotriva fisurării, este alegerea corectă a mixturii asfaltice, o bună proiectare a compoziției sale și, în final, folosirea tipului corespunzător de liant bituminos.

În prezentul capitol sunt descrise rezultatele încercărilor referitoare la rezistența la rupere a mixturilor asfaltice care conțin diferiți lianți bituminoși. Acestea au fost efectuate în anul 2015 prin metoda SCB – *Semi Circular Bending* conform EN 12697 – 44, în laboratorul Institutului de Cercetare a Drumurilor și Podurilor din Varșovia.

6.2. FENOMENUL DE RUPERE A ÎMBRĂCĂMINȚII ASFALTICE

Printre numeroasele cauze ale fisurilor îmbrăcăminții, vom omite în prezentele deliberări problemele apărute din cauza contracției, temperaturii etc., și ne vom ocupa de tema propagării fisurilor prin mixtura asfaltică. Cel mai adesea, acest fenomen este asociat cu fisuri reflectate de exemplu cele care sunt transmise dintr-un strat inferior degradat printr-un strat de mixtură asfaltică. Acest fenomen apare adesea, atunci când, în cadrul lucrărilor de întreținere se efectuează așternerea direct peste o îmbrăcămințe veche, fisurată.

Straturile vechi, fisurate și discontinue de sub straturile asfaltice așternute sunt supuse deplasărilor, fie din cauza traficului, fie sub influența modificărilor de temperatură (contracție-dilatate și deformare) – fig. 6.1. Acest fapt conduce la propagarea fisurilor în straturile suprapuse de mixtură asfaltică, datorită tensiunilor de întindere și forfecare.

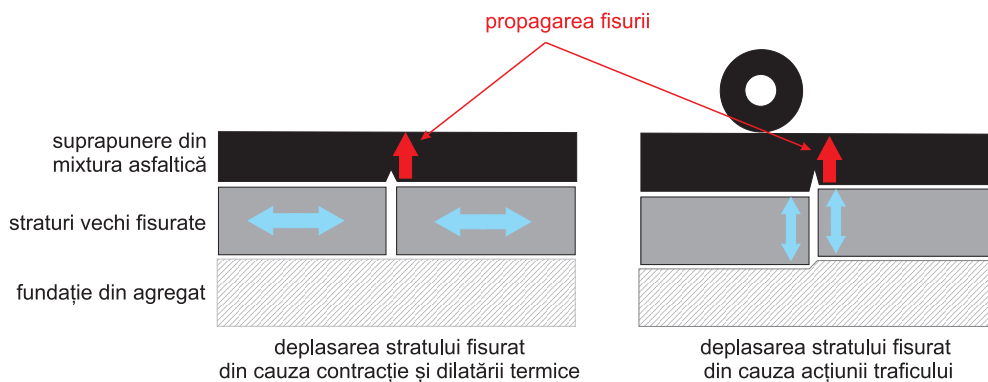


Figura 6.1. Schema propagării fisurii în straturile superioare din mixtura asfaltică ca efect al mișcărilor orizontale (modificarea temperaturii) și verticale (acțiunea traficului)

Analiza realizată prin metoda SCB, cu o probă tăiată semi-cilindric (vezi figura 6.2.) are ca scop determinarea rezistenței la propagare a mixturii asfaltice, prin inițierea în mod artificial a fisurii în partea de jos a stratului în timpul întinderii la încovoiere.

6.3. ÎNCERCAREA PRIN METODA SCB

Încercarea mixturilor asfaltice se realizează conform EN 12697-44 *Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 44: Propagarea fisurii la încercarea la încovoiere a unui bloc semicircular.*

Pentru încercare se execută o probă semicirculară cu diametrul de 150 mm și o grosime de 50 mm, cu o tăietură cu lungimea de 10 mm și cu o lățime de 0,35 mm. Forța de încărcare se aplică probei, astfel încât să se obțină o deplasare de 50 mm/min. Încercarea se efectuează la temperatura de 0°C.

Schema de încercare este prezentată în figura 6.2.

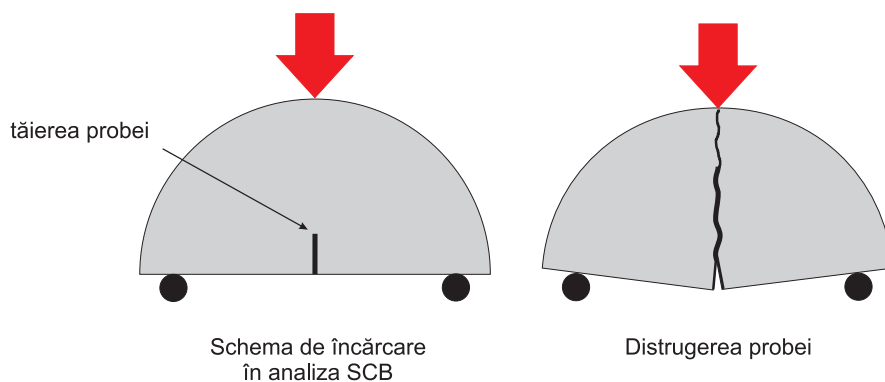


Figura 6.2. Încercare prin metoda SCB

Desfășurarea tipică a încercării este prezentată în graficul forță – deplasare (figura 6.3). În prima fază are loc o creștere rapidă a valorii forței F la o deplasare mică a probei – aceasta este faza cunoscută sub numele de „rezistență” materialului, în care coeziunea mixturii se opune tensiunii de întindere în probă. A doua fază are scopul de a obține rezistența la întindere a probei (valoarea maximă a forței F), cu deplasarea și deformația corespunzătoare ϵ_{\max} . În faza a treia, după depășirea rezistenței probei la întindere, fisura inițiată se propagă rapid și conduce la distrugerea probei.

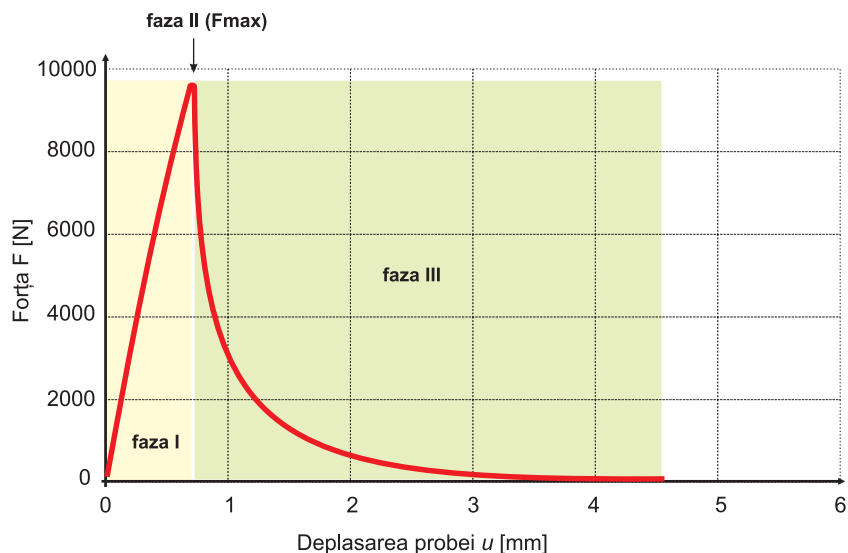


Figura 6.3. Etapele încercării SCB – graficul deplasare – forță

În figura 6.4. a fost prezentată ca exemplu fisurarea mixturii AC 16 W.

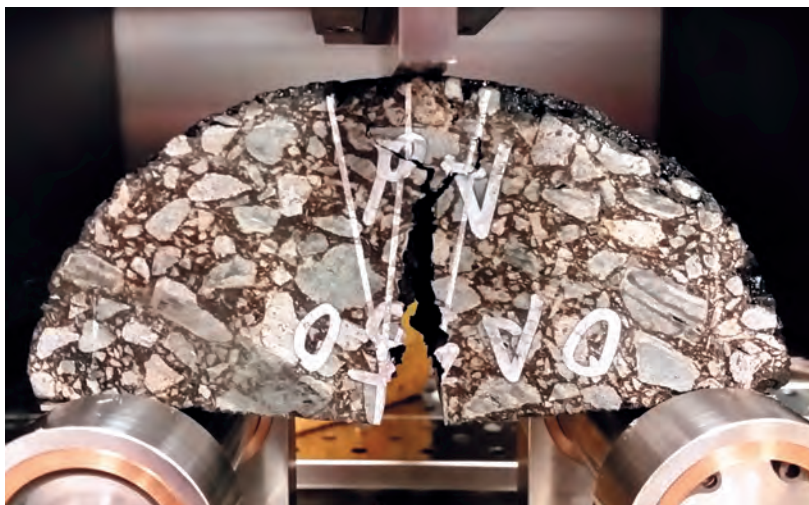


Figura 6.4. Fisurarea mixturii AC 16 W în testul SCB (fot. IBDiM)

6.4. REZULTATELE ÎNCERCĂRILOR

S-a folosit aceeași mixtură asfaltică AC16 W (4.6% m/m liant) care a fost descrisă în capitolul 5.

Au fost comparate următoarele bitumuri:

- bitumuri rutiere: 20/30, 35/50, 50/70
- bitumuri modificate ORBITON: 25/55-60, 45/80-55
- bitumuri înalt modificate ORBITON HiMA: 25/55-80, 45/80-80

Standardul EN 12697 - 44, ca rezultat al încercării SCB, indică coeficientul K_{Ic} [$N/mm^{1.5}$] care este rezistența mixturii la fisurare. În tabelul 6.1. sunt prezentate rezultatele comparate ale coeficientului care indică, de asemenea, suplimentar, deformația probei ϵ_{max} la forța maximă F. Informația privind deformația este interesantă, deoarece indică modul în care o probă de asfalt este capabilă să se deformeze prevenind propagarea fisurilor. Acest lucru confirmă elasticitatea lianților și, în același timp, elasticitatea liantului în mixtură.

Tabelul 6.1. Rezultatele încercării de rezistență la rupere prin fisurare, indice K_{Ic}

Lianții folosiți la mixtura asfaltică AC16 W	Rezistența la fisurare K_{Ic} [$N/mm^{1.5}$]	Deformație ϵ_{max} la forța maximă F [%]
ORBITON 45/80-80 HiMA	31,9	1,9
ORBITON 25/55-80 HiMA	36,1	1,1
ORBITON 45/80-55	28,3	0,9
ORBITON 25/55-60	24,8	0,8
50/70	22,8	0,8
20/30	24,1	0,8
35/50	23,1	0,8

Rezumând rezultatele încercărilor pe mixturile AC16 W cu diverși lianți (fig. 6.5.), ca și în cazul încercării la oboseală, rezultatele au împărțit lianții în trei grupe, în funcție de rezistența la propagarea fisurii. S-a demonstrat că cele mai bune sunt bitumurile înalt modificate ORBITON HiMA, apoi bitumurile clasice modificate ORBITON, iar în final bitumurile rutiere.

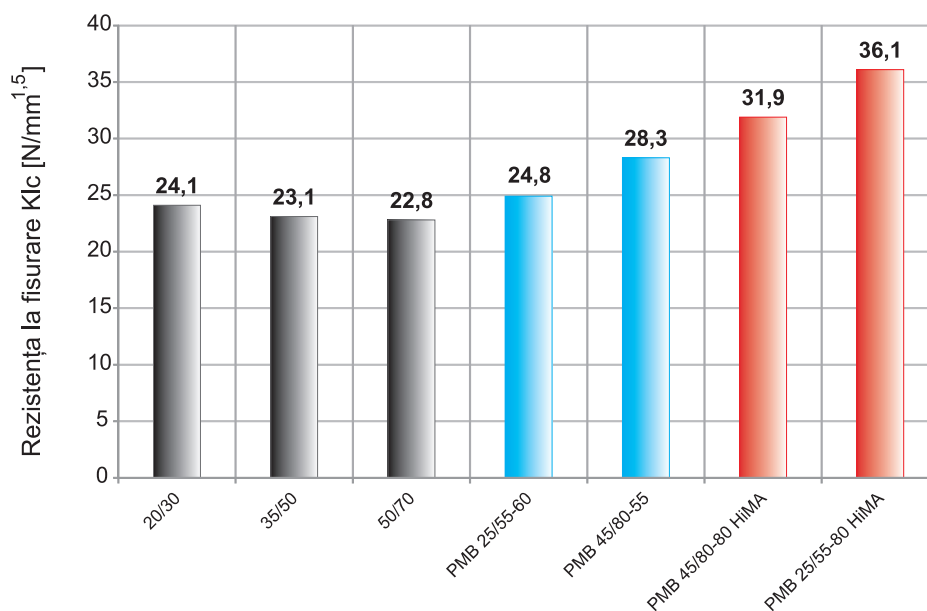


Figura 6.5. Rezultatele colective ale coeficientului K_{Ic}

În plus, trebuie să acordați atenție la două aspecte ale rezultatelor:

- rezistența la fisurare K_{Ic} este asociată cu rigiditatea mixturii și nu implică în mod direct deformabilitatea mixturii, care rezultă în mod direct din ecuația K_c specificată în standardul EN 12697-44,
- deformabilitatea la forța maximă exprimată de ϵ_{max} prezintă proprietăți benefice suplimentare ale mixturii și liantului, permițând mixturii compensarea mișcării substratului fără a se rupe, în acest context, cel mai bun liant fiind ORBITON 45/80-80 HiMA.

7.1. INTRODUCERE

În anul 1987, în Statele Unite, a fost demarat un program de cercetare pe scară largă sub denumirea de 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.

Sistemul împreună cu metoda de proiectare a mixturilor asfaltice, a fost denumit *Superpave (SUPERIOR PERFORMING Asphalt PAVEMENTS)*

În urma introducerii sistemului *Superpave*, în SUA nu se mai folosesc de mulți ani parametrii „clasici” de clasificare a lianților rutieri precum penetrația sau viscozitatea. Baza clasificării lianților conform *Superpave* este intervalul convențional de temperatură în care trebuie să lucreze în mod corespunzător bitumul, denumit PG – **Performance Grade** – tip funcțional.

Tipul funcțional de liant este marcat cu codul PG X-Y, unde: X este temperatura maximă a suprafeței (numit „PG superior”), în schimb Y este temperatura minimă a suprafeței (numit „PG inferior”). Se poate, deci, constata că în principal condițiile climatice care apar în zona pe care va fi construit drumul, vor stabili cerințele de tip și proprietățile bitumului (tipul de PG) care va trebui folosit în locul respectiv. Suplimentar, în sistemul PG clasic se folosește rectificarea PG-ului superior în funcție de traficul suportat. În final, cu o gradare la fiecare 6°C obținem un set de PG superioare și inferioare (tabelul 7.1.) Aceste marcări ale tipurilor funcționale de bitumuri ORLEN Asphalt au fost incluse în capitolele 2-4.

Tabelul 7.1. Seria de tipuri funcționale de PG

Temperatură ridicată („superioară PG”)	Temperatură scăzută („inferioară PG”)
PG 46-	-34, -40, -46
PG 52-	-10, -16, -22, -28, -34, -40, -46
PG 58-	-16, -22, -28, -34, -40, -40, -46
PG 64-	-10, -16, -22, -28, -34, -40
PG 70-	-10, -16, -22, -28, -34, -40
PG 76-	-10, -16, -22, -28, -34, -40
PG 82-	-10, -16, -22, -28, -34, -40

7.2. ANALIZA PROPRIETĂȚILOR BITUMURILOR LA TEMPERATURĂ RIDICATĂ

Încercările lianților bituminoși la temperatură ridicată au scopul de a răspunde la întrebarea: care este capacitatea bitumului de a combate deformările viscoplastice ale suprafeței. Încercările se efectuează pe baza specificațiilor AASHTO M 320 (*Specification for Performance-Graded Asphalt Binder*) și prin metoda ASTM D7175 (*Test Method for Determining the Rheological Properties of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer*), folosind un reometru de forfecare dinamică – DSR.

În încercarea DSR se stabilește rezistența la temperaturile ridicate prin modulul compus de rigiditate G^* și unghiul de fază δ a bitumului înainte și după îmbătrânirea RTFOT.

Este necesar ca, pe baza datelor meteorologice istorice a celei mai înalte temperaturi de funcționare așteptate a bitumului în suprafață (așa numitul „PG superior”), bitumul să fie caracterizat prin parametrii specifici analizați în DSR:

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

Clasificarea bazată pe parametrii $G^*/\sin\delta$ s-a dovedit a fi mai puțin eficientă în sfera de rezistență a suprafeței la formarea de făgașe. O serie de studii efectuate în SUA, în momentul aplicării clasificării inițiale PG, a constatat că corelația dintre rezultatele apariției făgașelor și $G^*/\sin\delta$ (în ambele variante) nu este satisfăcătoare [44], problemele speciale cu specificațiile bazate pe $G^*/\sin\delta$ au apărut la bitumurile modificate cu polimeri [45]. Mai mult sau mai puțin, începând cu anul 2010, sistemul de clasificare a fost completat cu încercarea MSCR, iar specificațiile au fost publicate în AASHTO MP 19 (*Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder Using Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test*) și amendată cu AASHTO M 332-2014 (*Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder Using Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test*).

7.3. ÎNCERCAREA MSCR ÎN SUA

Încercarea MSCR se efectuează în SUA conform normelor: AASHTO TP 70: *Standard Method of Test for Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR)* sau ASTM D7405: *Standard Test Method for Multiple Stress Creep and Recovery (MSCR) of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer*. În conformitate cu normele mai sus menționate, încercarea poate fi efectuată pe probele de lianți neîmbătrâniți, îmbătrâniți în RTFOT, PAV și RTFOT+PAV.

Principiul fundamental pentru clasificarea și evaluarea liantului pe baza rezultatului testului MSCR este **încercarea probei de bitum după îmbătrânire prin metoda RTFOT**. La rezultatele probei pregătite în acest mod, a fost adaptată o clasificare adițională a sistemului de *Performance Grade* (de ex. *Superpave Plus*), în care, prin intermediul literelor, se specifică ce liant bituminos este cel mai adecvat pentru tipul de trafic (tabelul 7.2.). Utilitatea bitumului pentru o anumită categorie de trafic este evaluată pe baza parametrului $J_{nr,3,2}$ [kPa^{-1}]. Introducerea acestui criteriu a eliminat așa numitul „*grade bumping*” care a fost aplicat în sistemul original PG conform AASHTO M 320 – creșterea necesară a „PG superior” cu unul sau două ordine pentru traficul greu sau lent.

Tabelul 7.2. Marcajele lianților bituminoși și cerințele referitoare la volumul de trafic și caracteristicile acestuia conform sistemului *Superpave* actual

Marcarea traficului (marcat cu litere)	Încărcarea (numărul de axe echivalente standard și condițiile de trafic)	Cerințe privind liantul la temperatura superioară PG	
		Cerință pentru $J_{nr,3,2}$	Cerință adițională pentru $J_{nr,diff}$ (ang. <i>Stress sensitivity parameter</i> *)
S – standard (ang. <i>Standard</i>)	< 10 milioane de axe și trafic standard	$\leq 4,0$	$\leq 75\%$
H – greu (ang. <i>Heavy</i>)	10-30 milioane de axe sau trafic lent	$\leq 2,0$	
V – foarte greu (ang. <i>Very Heavy</i>)	>30 milioane de axe sau vehicule în staționare	$\leq 1,0$	
E – excepțional (ang. <i>Extreme</i>)	>30 milioane de axe sau vehicule în staționare	$\leq 0,5$	

* coeficient de sensibilitate a bitumului la modificarea tensiunii

Testul are ca scop înlocuirea unor încercări adiționale ale biturilor modificate definite în așa-numitul PG „plus“:

- revenire elastică (eng. *elastic recovery*),
- ductilitate (eng. *force ductility*),
- rezistență și stabilitate (eng. *toughness and tenacity*).

7.4. ÎNCERCAREA MSCR ÎN EUROPA

Modificările în sistemul *Superpave* au ajuns, de asemenea, în Europa. Având în vedere posibilitățile utilizării practice a rezultatelor încercărilor MSCR, multe centre de cercetare au început pe cont propriu să utilizeze această metodă de măsurare. De asemenea, în ORLEN Asphalt prima încercare prin metoda MSCR a început să fie folosită din anul 2011.

Concomitent în CEN, în comitetul tehnic TC 336 „*Bituminous binders*” a fost pregătit programul de analiză circulară a testului MSCR. Rezultatele au ajutat la elaborarea proiectului de normă EN 16659:2015 „*Bitumen and Bituminous Binders – Multiple Stress Creep and Recovery Test (MSCRT)*”, care a apărut ca **SR EN 16659:2016 „Bitum și lianți bituminoși. Încercare de fluaj-recuperare după solicitări repetate (MSCRT)”**.

În Norma Europeană EN 16659 nu a fost specificată modalitatea de pregătire a probei, în consecință se efectuează încercarea pe bitumul neîmbătrânit, cu toate că se poate încerca și proba îmbătrânită (standardul indică printre altele metodele RTFOT, PAV, RCAT). Valorile temperaturii de încercare recomandate sunt: 50; 60; 70 și 80°C. O altă temperatură poate fi utilizată în scopuri comparative. **Spre deosebire de sistemul american, în Europa nu este definită nicio metodă de evaluare a lianților pe baza rezultatelor testelor MSCR.**

7.5. EFECTUAREA ÎNCERCĂRII MSCR

Importantă în efectuarea încercării MSCR, adică a testului ciclic de fluaj și detensionare, este măsurarea proprietăților liantului la temperatura cea mai înaltă de lucru preconizată pe suprafață (SUA) sau a temperaturii comparative alese după plac (Europa). **Rezultatele stabilesc influența liantului asupra rezistenței mixturii asfaltice la deformările permanente (făgașe) și evaluează gradul și eficiența modificării cu polimeri – în cazul biturilor cu polimeri.** Încercarea este realizată cu un reometru cu forfecare dinamică DSR configurat corespunzător (figura 7.1). În aparat se utilizează un sistem de plăci paralele cu un diametru de 25 mm și o fisură de 1 mm.



Figura 7.1. Reometru DSR pentru încercarea MSCR (fot. ORLEN Asphalt, mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium S.R.L.)

În timpul efectuării încercării MSCR sunt analizate următoarele mecanisme:

- mecanismul de fluaj al 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 pe două valori ale sarcinii aplicate: 0,1 kPa și 3,2 kPa. Proba a fost supusă unei tensiuni constante timp de 1 s, apoi se detensionează în următoarele 9 secunde. Zece cicluri de fluaj și detensionare se efectuează la 0,1 kPa forță de forfecare, iar apoi încă zece cicluri la 3,2 kPa tensiune de forfecare (fig. 7.2).

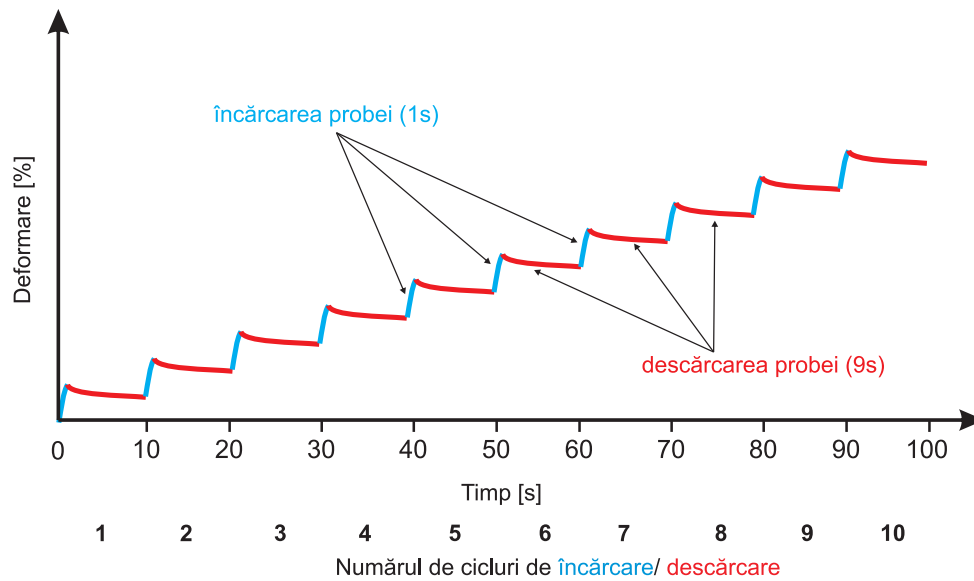


Figura 7.2. Principiul de realizare a încercării MSCR (10 cicluri de fluaj și detensionare) la o valoare a forței de forfecare

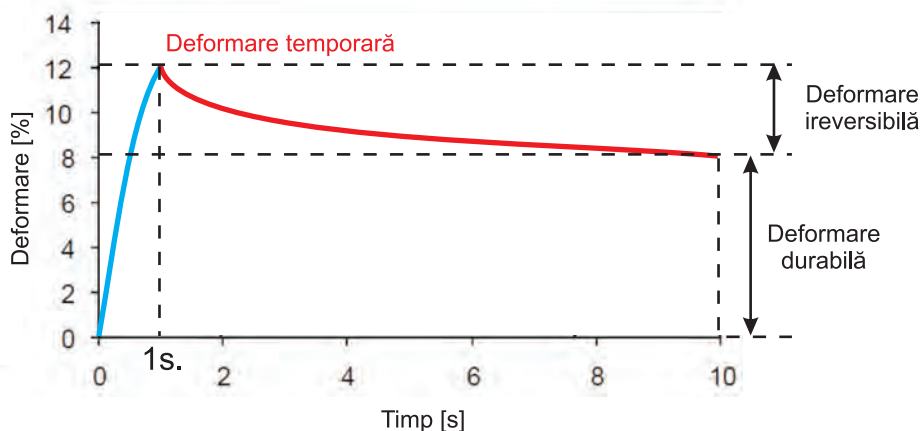


Figura 7.3. Un ciclu de fluj (1 s) și detensionare (9 s)

În urma încercării, se obțin două perechi de rezultate: așa-numitul parametru de elasticitate J_{nr} (eng.: *creep compliance*) în $[kPa^{-1}]$ și revenirea procentuală R exprimată în [%] la două valori ale sarcinii aplicate, la 0,1 kPa și 3,2 kPa. În concluzie se obțin următoarele rezultate: $J_{nr,0.1}$, $J_{nr,3.2}$, $R_{0.1}$ și $R_{3.2}$.

Parametrul J_{nr} este o parte ireversibilă a modului de elasticitate, egal cu deformarea probei rămase după un ciclu de fluj și detensionare, împărțit la forța aplicată.

Din parametrii obținuți, **cheia clasificării liantului (conform Superpave) este rezultatul $J_{nr,3.2}$ kPa, ceea ce determină rezistența liantului la deformație permanentă – cu cât este mai mică valoare $J_{nr,3.2}$ kPa, cu atât este mai mare rezistența la apariția făgașelor.** Rezultatul revenirii $R_{3.2}$ indică eficacitatea modificării liantului (dacă este modificat).

Din rezultatele obținute $J_{nr,0.1}$ kPa, $J_{nr,3.2}$ kPa, $R_{0.1}$ și $R_{3.2}$ se calculează doi coeficienți suplimentari:

- $J_{nr,diff}$ – coeficient procentual al modificării J_{nr} după modificarea (creșterea) tensiunii din 0.1 în 3.2 kPa – este măsura sensibilității liantului la creșterea traficului. Este necesar ca această creștere să nu depășească 75%. Parametrul $J_{nr,diff}$ este calculat conform ecuației:

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

- R_{diff} – coeficient procentual al modificării revenirii elastice după modificarea (creșterea) tensiunii din 0.1 în 3.2 kPa – este măsura elasticității liantului în condițiile creșterii traficului. Parametrul R_{diff} este calculat conform ecuației:

$$R_{diff} = \frac{(R_{0,1kPa} - R_{3,2kPa})}{R_{0,1kPa}} \cdot 100\%$$

În studiile americane s-a determinat experimental linia de separare a bitumului modificat de cel nemodificat, sau altfel spus, eficiența celui modificat față de cel nemodificat [46]. Această linie a fost prezentată în figurile 7.4. ÷ 7.6.

7.6. REZULTATELE ÎNCERCĂRILOR

Planificând încercarea lianților cu ajutorul metodei MSCR în anul 2015, Departamentul de Cercetare și Dezvoltare ORLEN Asphalt s-a orientat după rezultatele din studiile efectuate conform cerințelor Superpave din 2010-2014. În anul 2015 s-au efectuat, de asemenea, încercări conform principiilor Normei Europene EN 16659.

Intervalul de temperatură al încercărilor a fost determinat la 50-70°C:

- încercări conform *Superpave*: 58°C, 64°C, 70°C (bitumuri după îmbătrânire RTFOT),
- încercări conform EN: 50°C, 60°C, 70°C (bitumuri neîmbătrânite).

Rezultatele publicate trebuie analizate, cu condiția ca acestea să fie rezultatul probelor selectate aleatoriu din producția curentă și nu reprezintă valorile tipice obținute în desfășurarea întregului (și a fiecăru) sezon de producție. În mod evident, acestea nu sunt valori garantate de către ORLEN Asfalt S.R.L.

7.6.1. Încercarea la temperatură conformă cu *Superpave*

În figurile 7.4. ÷ 7.6. sunt prezentate rezultatele încercării diverselor bitumuri ORLEN Asfalt prin metoda MSCR la temperaturile 58°C, 64°C și 70°C. Toate probele de bitum au fost în prealabil supuse îmbătrânirii prin metoda RTFOT. În figuri au fost delimitate cu o linie suprafețele bitumurilor modificate (adică ale lianților ce îndeplinesc cerințele referitoare la bitumurile modificate în sfera revenirii $R_{3,2}$ corelate cu intervalele valorilor $J_{nr,3,2}$ kPa).

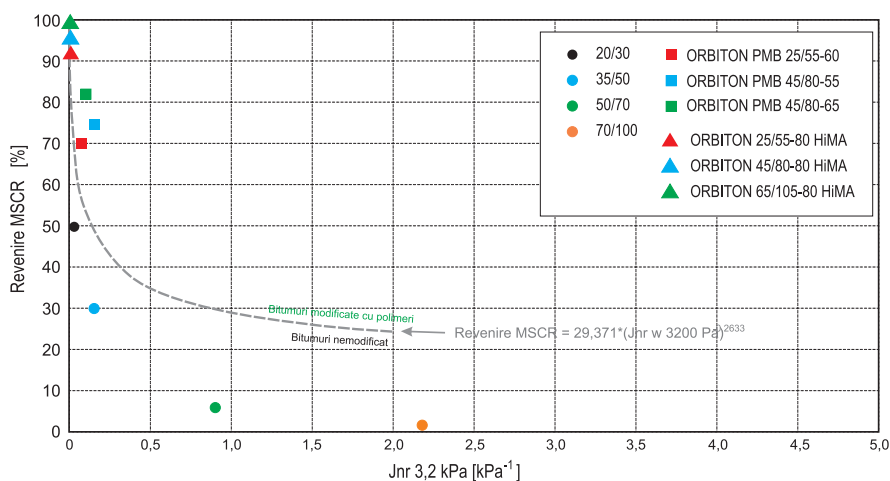


Figura 7.4. Prezentarea rezultatelor bitumurilor pe graficul MSCR: revenirea R în funcția J_{nr} la o sarcină de 3,2 kPa la temperatura de 58°C (cu cât valoarea J_{nr} este mai mică, cu atât este mai mare rezistența la apariția fâgașelor, cu cât este mai mare revenirea, cu atât este mai elastic liantul)

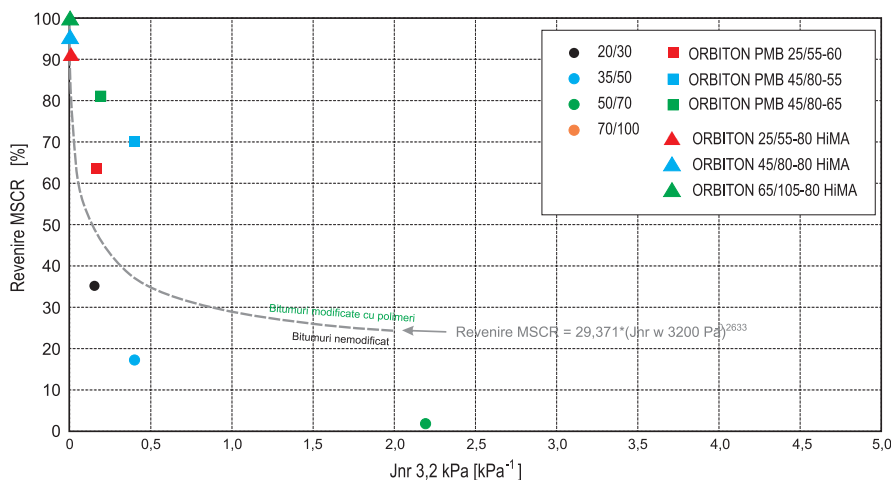


Figura 7.5. Prezentarea rezultatelor bitumurilor pe graficul MSCR: revenirea R în funcția J_{nr} la o sarcină de 3,2 kPa la temperatura de 64°C (cu cât valoarea J_{nr} este mai mică, cu atât este mai mare rezistența la apariția fâgașelor, cu cât este mai mare revenirea, cu atât este mai elastic liantul)

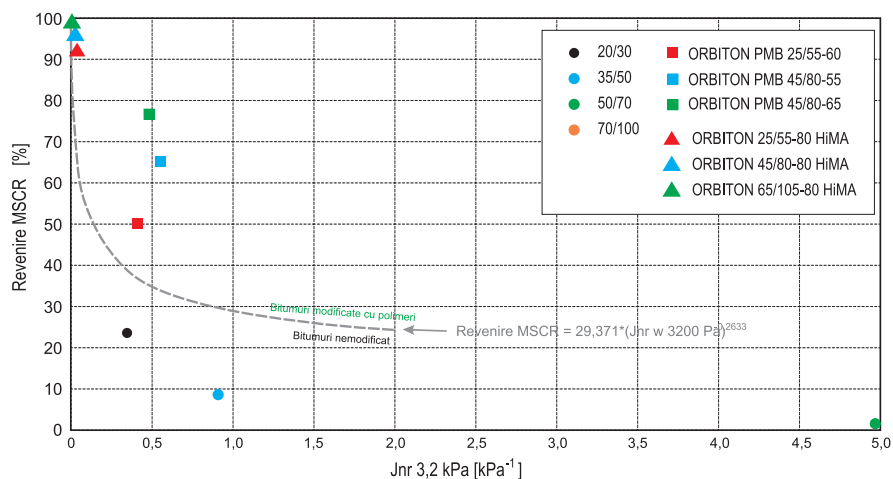


Figura 7.6. Prezentarea rezultatelor biturilor pe graficul MSCR: revenirea R în funcția J_{nr} la o sarcină de 3,2 kPa la temperatura de 70°C (cu cât valoarea J_{nr} este mai mică, cu atât este mai mare rezistența la apariția fâgașelor, cu cât este mai mare revenirea, cu atât este mai elastic liantul)

Tabelul 7.3. Clasificarea lianților după încercarea MSCR conform traficului suportat (analiza biturilor din anul 2015), pe baza intervalelor din tabelul 7.2.

Tipul bitumului	Clasificarea circulației la temperatură		
	58°C	64°C	70°C
Rutier 20/30	E	E	E
Rutier 35/50	E	E	V
Rutier 50/70	V	S	*
Rutier 70/100	S	*	*
Modificat ORBITON 25/55-60	E	E	E
Modificat ORBITON 45/80-55	E	E	V
Modificat ORBITON 45/80-65	E	E	E
Modificat ORBITON 25/55-80 HiMA	E	E	E
Modificat ORBITON 45/80-80 HiMA	E	E	E
Modificat ORBITON 65/105-80 HiMA	E	E	E

* în afara clasificării ($J_{nr,3.2} > 4.0$)
S – trafic standard
H – trafic greu
V – trafic foarte greu
E – trafic excepțional

7.6.2. Încercarea la temperatură conformă cu EN 16659

În figurile 7.7.+7.9. sunt prezentate rezultatele încercării diverselor bitumuri ORLEN Asphalt prin metoda MSCR la temperaturile 50°C, 60°C și 70°C. Probele de bitum nu au fost în prealabil supuse îmbătrânirii.

Deoarece în Europa nu se aplică clasificarea conform *Superpave*, iar încercarea s-a realizat pentru lianții neîmbătrâniți, nu a fost posibilă corelarea rezultatelor cu cerințele de clasificare ale traficului rutier aplicat în SUA (ca în tabelul 7.3.).

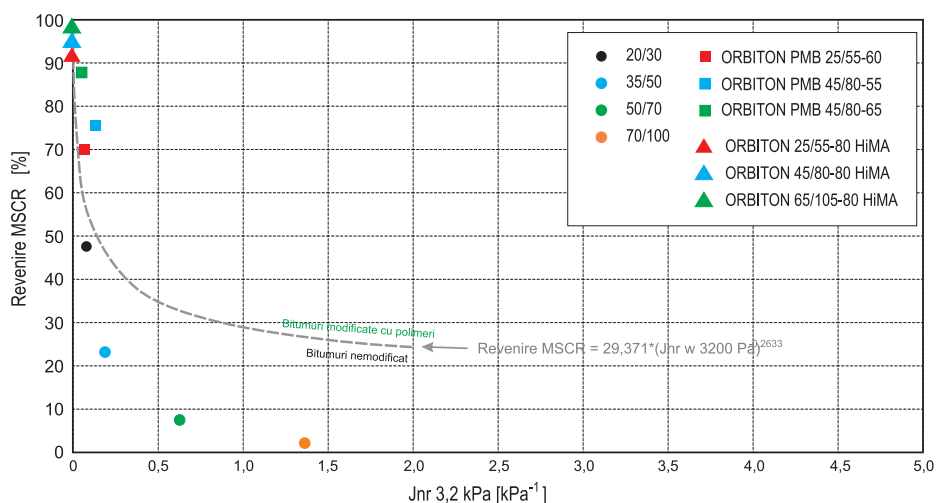


Figura 7.7. Prezentarea rezultatelor biturilor pe graficul MSCR: revenirea R în funcția J_{nr} la o sarcină de 3,2 kPa la temperatura de 50°C (cu cât valoarea J_{nr} este mai mică, cu atât este mai mare rezistența la apariția fâgașelor, cu cât este mai mare revenirea, cu atât este mai elastic liantul)

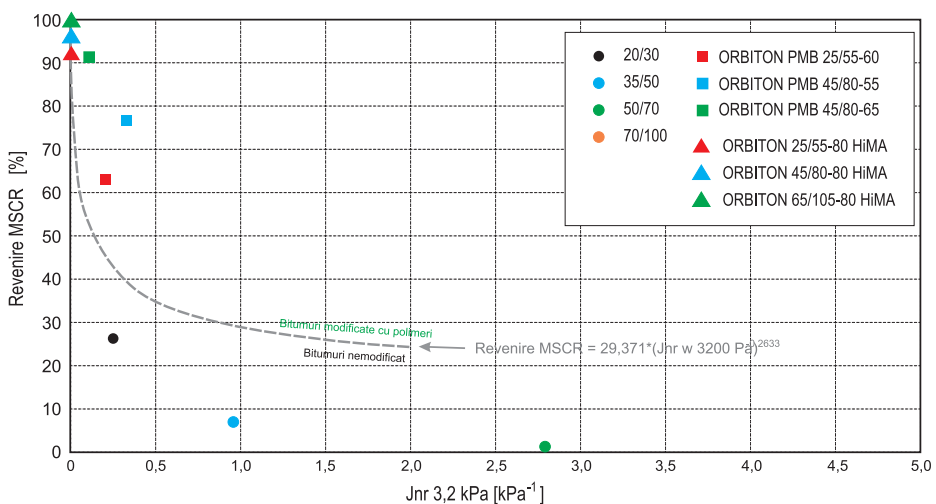


Figura 7.8. Prezentarea rezultatelor biturilor pe graficul MSCR: revenirea R în funcția J_{nr} la o sarcină de 3,2 kPa la temperatura de 60°C (cu cât valoarea J_{nr} este mai mică, cu atât este mai mare rezistența la apariția fâgașelor, cu cât este mai mare revenirea, cu atât este mai elastic liantul)

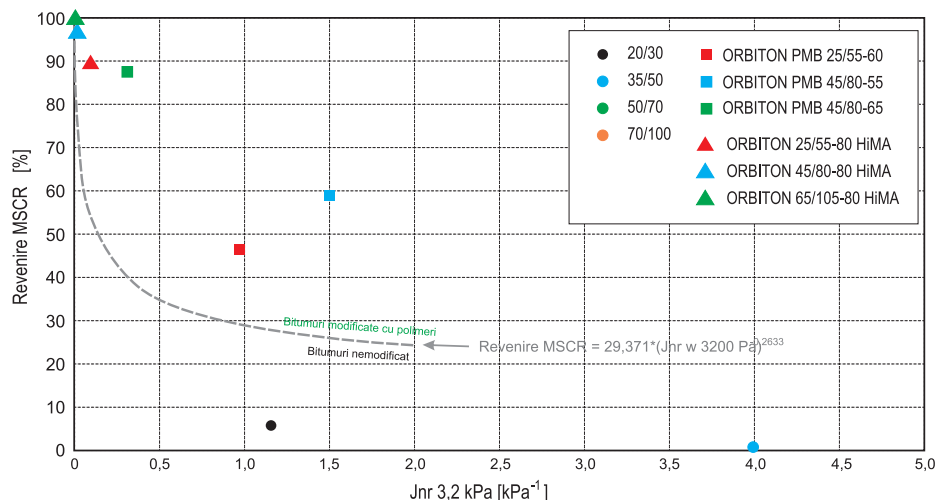


Figura 7.9. Prezentarea rezultatelor biturilor pe graficul MSCR: revenirea R în funcția J_{nr} la o sarcină de 3,2 kPa la temperatura de 70°C (cu cât valoarea J_{nr} este mai mică, cu atât este mai mare rezistența la apariția fâgașelor, cu cât este mai mare revenirea, cu atât este mai elastic liantul)

7.7. REZUMAT

Rezultatele prezentate ale încercărilor efectuate cu metoda MSCR permit clasificarea biturilor testate la temperaturi ridicate. Acestea sunt bitumuri după îmbătrânire prin metoda RTFOT (conform *Superpave*) sau bitumuri neîmbătrânite (conform EN). Domeniul de temperatură în care au fost încercați lianții și corelația rezultatelor cu rezistența convențională la apariția fâgașelor conform parametrului $J_{nr,3,2}$ dau inginerilor instrumente foarte bune pentru evaluarea comportamentului biturilor alese, în condițiile unor temperaturi ambientale foarte ridicate, respectiv a unei suprafețe fierbinți. Având în vedere verile din ce în ce mai caniculare din Europa, acestea pot avea o dimensiune nu numai științifică, dar, de asemenea, extrem de practică. Mai ales în contextul garanțiilor pe termen lung acordate pentru rezistența la apariția fâgașelor a drumurilor construite.

Rezultatele încercării MSCR la o temperatură din ce în ce mai mare indică o sensibilitate destul de ridicată a lianților la o temperatură foarte mare. Acest lucru înseamnă că temperaturile caniculare tot mai dese din ultimii ani pot contribui în mod semnificativ la formarea de fâgașe. Nu toți lianții bituminoși utilizați în mod obișnuit, în special cele pentru straturile de uzură, sunt capabili să reziste la creșterea temperaturii stratului de la 50 la 70°C. Acest lucru ar trebui să fie o contribuție la discuția privind liniile directe pentru alegerea tipului și modelului liantului pe contracte mari, în cazul în care există încărcări mari din trafic.

Bitumul este un material termoplastic, deci proprietățile lui depind de temperatură. Modificarea acestor proprietăți individuale se transpune în comportamentul liantului pe suprafață și apariția anumitor tipuri de degradări .

În acest capitol prezentăm rezultatele încercării proprietăților bitumurilor la temperaturi joase, realizate în anul 2015 de către Departamentul de Cercetare și Dezvoltare ORLEN Asfalt, efectuate pe baza metodei LS-308 – *Method of test for determination of performance grade of physically aged asphalt cement using extended beam rheometer (BBR) method*” elaborată de către Ministerul Transportului din Canada.

Încercările conțin anumite tipuri alese de bitumuri rutiere, modificate și înalt modificate cu polimeri.

8.1. INTRODUCERE

Îmbrăcămintea bituminoasă, în special mixturile asfaltice utilizate în straturile de uzură, este supusă unui număr mare de factori nocivi din timpul iernii.

Printre aceștia se numără:

- efectele acțiunii temperaturii joase asupra bitumului: contracția termică, întărirea fizică a lianților bituminoși, rigidizarea straturilor,
- acțiunea apei înghețate,
- acțiunea mijloacelor de degivrare.

Acumularea factorilor menționați acționează asupra îmbrăcăminții în mod distructiv. Acești factori nu funcționează în mod identic pe tot intervalul cu temperaturi scăzute. Unii dintre aceștia depind de gradientul scăderii temperaturii, alții acționează după depășirea temperaturii de 0°C și alții necesită o temperatură foarte scăzută, susținută pe o perioadă mai lungă de timp.

O modalitate de verificare a proprietăților lianților bituminoși la temperaturi scăzute este metoda canadiană LS-308, care specifică în ce măsură liantul bituminos se rigidizează ca efect al congelării prelungite la temperaturi scăzute.

8.2. DESCRIEREA FENOMENULUI DE ÎNTĂRIRE FIZICĂ A BITUMURILOR

Întărirea fizică a lianților bituminoși are loc în timpul păstrării lor pe termen lung la o temperatură scăzută. Aceasta constă în creșterea rigidității materialului, în timpul căreia în interiorul liantului apare un efort, care poate duce la apariția fisurilor la temperaturi scăzute. Amploarea fenomenului este determinată în mare măsură de timpul de termostatare a probei de bitum la temperatura scăzută stabilită. Acesta este un proces complet reversibil, astfel încât după creșterea temperaturii, rigiditatea materialului testat revine la starea inițială. Întărirea fizică produce schimbări numai în proprietățile reologice ale lianților bituminoși, fără a modifica compoziția și structura chimică a acestora [8].

Fenomenul de întărire fizică are loc la toate tipurile de bitumuri, dar cu toate acestea, nu se manifestă la fel. Elasticitatea bitumului din punct de vedere al influenței temperaturii scăzute asupra sa, depinde de mulți factori, printre altele: compoziția chimică a bitumului, sursa petrolului, tehnologia de producție, modalitatea de modificare a bitumului, folosirea aditivilor [24], [27]. Datorită acestor factori, în același tip de bitum, fenomenul de întărire fizică are loc în grade diferite, de exemplu bitumul 35/50 de la producătorul A va avea o tendință mai mare să se întărească fizic decât bitumul 35/50 de la producătorul B [25], [26].

Acest lucru este important, deoarece întărirea fizică a bitumului și, prin urmare, modificările proprietăților mixturilor asfaltice au un impact semnificativ asupra comportamentului îmbrăcăminții drumului în timpul perioadelor cu temperatură scăzută și poate fi cauza apariției unui număr mare de fisuri la o temperatură scăzută.

În practică, fenomenul de întărire fizică a biturilor și schimbările din mixturile asfaltice care au loc în timpul gerurilor prelungite au legătură cu temperatura și durata în care îmbrăcămintea este înghețată.

8.3. METODA DE ÎNCERCARE A ÎNTĂRIII FIZICE

Încercarea întăririi fizice a biturilor este realizată pe baza metodei canadiene LS-308, folosind în acest scop un reometru pentru încovoierea unei epruvete prismatice (tip grindă) BBR (*Bending Beam Rheometer*).



Fig. 8.1. Reometru BBR (fot. ORLEN Asphalt S.R.L. mulțumim pentru amabilitate VÚAnCh)

Principiul încercării se bazează pe congelarea probei de bitum la o temperatură specifică, care se determină pe baza *Performance Grade* (PG) – adică tipului funcțional al liantului. După fiecare perioadă de condiționare, este testată rigiditatea probelor de bitum în reometrul BBR și pe baza rezultatelor obținute, se calculează gradul de întărire al liantului bituminos.

Mai jos este prezentată descrierea metodei LS-308:

Îmbătrânirea lianților bituminoși – testarea LS-308 începe prin îmbătrânirea unei probe de liant bituminos, la început prin metoda RTFOT, care simulează îmbătrânirea pe termen scurt (tehnologică) – respectiv comportamentul liantului în timpul amestecării cu agregatul în unitatea de producție, urmată de metoda PAV care simulează îmbătrânirea pe termen lung – respectiv comportamentul liantului în îmbrăcămintea drumului în timpul exploatării.

Determinarea temperaturii critice joase „LCT” a lianților bituminoși – după îmbătrânirea lianților bituminoși, următorul pas este stabilirea Temperaturii critice joase – LCT (*Low Critical Temperature*), în conformitate cu sistemul american *Superpave*.

Cea mai scăzută temperatură critică a bitumului este determinată cu ajutorul reometrului BBR. Marcat în acest fel, „PG inferior” (LCT) determină alte temperaturi suplimentare pentru încercare.

Determinarea temperaturii de înghețare a probei – atunci când este determinată temperatura critică joasă a bitumului (LCT), trebuie determinate două valori de temperatură la care probele vor fi înghețate. Temperaturile de înghețare a probelor de bitum se calculează după cum urmează:

- a) prima temperatură: $20^{\circ}\text{C} + \text{YY}$
 - b) a doua temperatură: $10^{\circ}\text{C} + \text{YY}$
- unde: YY – PG inferior

Apoi, probele de lianți bituminoși sunt congelate la două valori diferite de temperatură în funcție de durata de timp corespunzătoare: 1 h, 24 h, 72 h.

Încercarea cu reometrul BBR – după fiecare interval de congelare (1h, 24h, 72h), se examinează rigiditatea probelor de bitum în reometrul BBR și pe baza rezultatelor obținute, se determină noua valoare LCT și gradul de întărire a liantului bituminos.

8.4. REZULTATELE OBȚINUTE

În programul de cercetare realizat de ORLEN Asfalt, pentru încercări conform metodei LS-308 s-au folosit următoarele tipuri de bitum:

- Bitum rutier 35/50
- Bitum rutier 50/70
- Bitum modificat ORBITON 25/55-60
- Bitum modificat ORBITON 45/80-55
- Bitum înalt modificat ORBITON 45/80-80 HiMA

În tabelul 8.1. sunt prezentate rezultatele obținute referitoare la întărirea fizică a biturilor testate în funcție de timpul și temperatura de înghețare a probei.

Tabelul 8.1. Rezultatele întăririi fizice a biturilor testate, marcate conform normei LS-308, pe baza rezultatelor interpretate privind rigiditatea $S=300$ [MPa]

Temperatura de congelare a probei [°C]	Timpul de congelare a probei [ore]	35/50	50/70	ORBITON 25/55-60	ORBITON 45/80-55	ORBITON 45/80-80 HiMA
		Întărirea fizică calculată conform LS-308				
20°C+YY	1 h	0,7	-2,3	-1,6	0,1	-0,4
	24 h	6,0	3,2	4,0	4,2	2,9
	72 h	6,5	3,9	4,3	4,6	3,4
10°C+YY	1 h	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	24 h	6,9	7,0	6,4	8,8	4,5
	72 h	7,9	8,2	7,3	9,0	5,3

În graficele de mai jos sunt prezentate în mod grafic comparația gradelor de întărire a lianților bituminoși în funcție de timpul și de temperatura de înghețare.

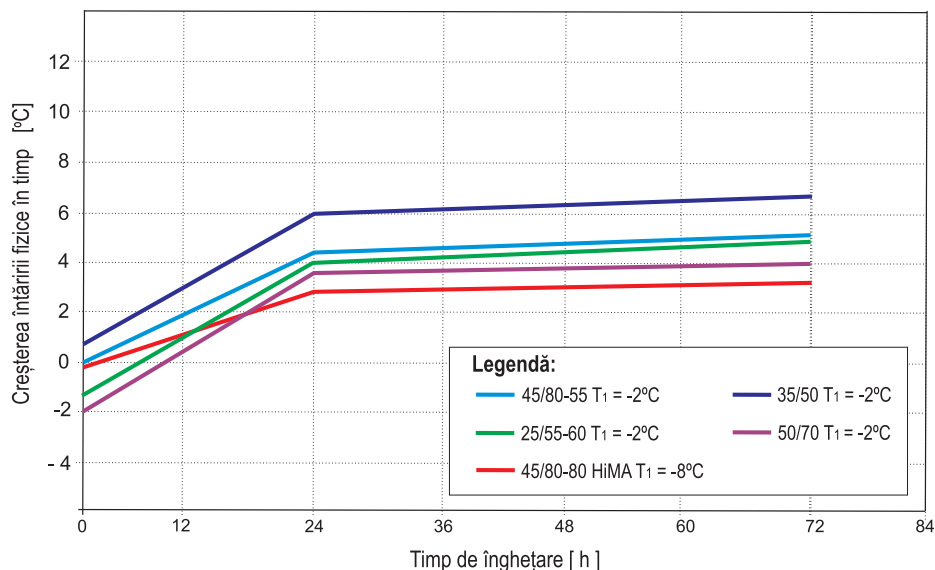


Figura. 8.2. Prezentarea gradelor de întărire a tuturor biturilor la temperatura de înghețare egală cu $T_1 = 20^{\circ}\text{C} + YY$

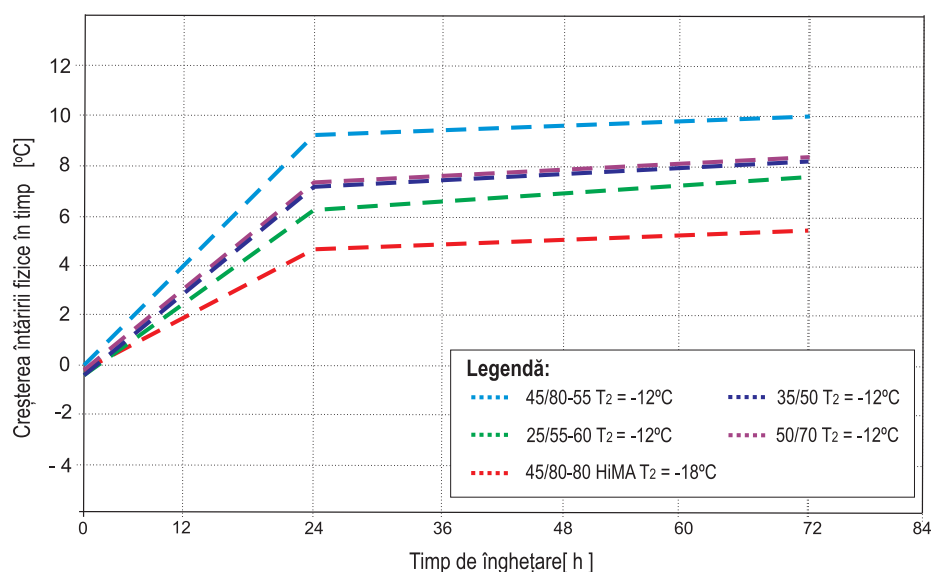


Figura. 8.3. Prezentarea gradelor de întărire a tuturor biturilor la temperatura de înghețare egală cu $T_2 = 10^{\circ}\text{C} + YY$

Pentru toate tipurile de bitum examinate, cea mai mare creștere a gradului de întărire o observăm în primele 24 de ore de păstrare a probelor la temperaturi scăzute. Următoarele 48 de ore nu influențează în mod semnificativ creșterea gradului de întărire a probelor testate, deși fără îndoială, creșterea rigidității are loc. Pe graficele de mai sus se observă în mod clar că gradul de întărire depinde de temperatura de înghețare a probelor. Cu cât temperatura de congelare este mai mică, cu atât creșterea întăririi în timp este mai mare.

În cele din urmă, rezultatul final al încercării poate fi prezentat sub formă de creștere a îmbătrânirii fizice a bitumului de la începutul încercării până la momentul congelării timp de 72 ore.

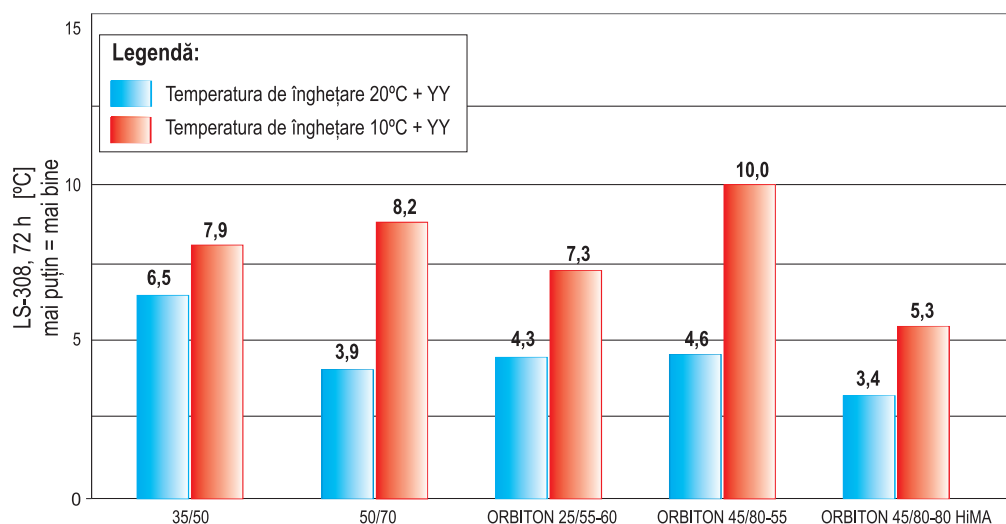


Figura 8.4. Gradul de întărire la lianții bituminoși testați după 72 h de congelare pe baza parametrului $S=300$ Mpa

Trebuie să fim atenți că în ciuda congelării bitumului înalt modificat ORBITON 45/80-80 HIMA la o temperatură mai scăzută decât restul lianților, gradul de rigiditate reprezentat de gradul de întărire a fost cel mai mic în cazul acestui bitum. Acest lucru înseamnă că îmbrăcămintea realizată folosind un bitum de acest tip se caracterizează prin cea mai mare rezistență la temperaturi scăzute susținute pe o perioadă mai lungă de timp.

8.5. REZUMAT

Analizând rezultatele încercărilor LS-308, apreciem în mod corect gradul de rigidizare a bitumului la temperatură joasă. Creșterea rigidității lianților bituminoși duce la creșterea „PG inferior”, având ca efect îngustarea sferei de funcționare adecvate a bitumului.

O rigiditate prea mare a liantului bituminos este dezavantajoasă, deoarece poate influența formarea mai multor fisuri în îmbrăcăminte în perioadele cu temperaturi scăzute. Astfel, **cu cât este mai mică valoarea de întărire, cu atât este mai bine**. Acest lucru este confirmat de studiile anterioare ale firmei ORLEN Asphalt, în care s-a constatat corelația dintre LCT ($S = 300$ MPa) și rigiditatea liantului la o temperatură de -16°C , iar temperatura de rupere a mixturii asfaltice cu testul TSRST [28].

Creșterea întăririi fizice este influențată de durată și de temperatura de înghețare a bitumului. **Cu cât temperatura este mai scăzută și timpul de congelare este mai mare, cu atât efectul de întărire este mai mare**. Acest lucru înseamnă că îmbrăcămintea bituminoasă este expusă rigidizării în timpul gerurilor prelungite și cu cât temperatura este mai mică și acționează pe termen lung, cu atât riscul apariției fisurilor de suprafață crește.

9.1. INTRODUCERE

Îmbătrânirea tehnologică a lianților bituminoși este un proces extrem de complex. Acesta depinde de foarte mulți factori, cum ar fi natura, structura și componența grupei de bitum, dar și de alți factori externi. Acesta este un proces chimic care schimbă în mod ireversibil proprietățile funcționale ale lianților bituminoși.

Întărirea liantului bituminos sub influența temperaturii ridicate a fost denumită îmbătrânire tehnologică sau îmbătrânire de scurtă durată.

Gradul de îmbătrânire a lianților bituminoși decide momentul în care suprafața funcționează corespunzător, indiferent dacă avem de-a face cu bitumuri convenționale rutiere sau cu bitumuri modificate cu polimeri. Cele mai intense procese de îmbătrânire ale bitumului se produc în timpul amestecării acestuia cu agregatul fierbinte în agitatorul unității de producție. Temperatura este atunci cea mai ridicată, accesul oxigenului din aer – degajat, iar stratul de liant pe agregat – foarte subțire. În timpul acoperirii agregatului cu bitum, vaporizarea fracțiilor ușoare și oxidarea componentelor bitumului sunt cele mai rapide și cele mai intense.

Ca efect al reacției de oxidare, în componența și în structura chimică a bitumului apar modificări irevocabile a căror consecințe, printre altele, sunt:

- scăderea penetrației;
- creșterea temperaturii de înmuiere,
- creșterea (deteriorarea) temperaturii de rupere,
- creșterea viscozității.

Din punct de vedere a rezistenței suprafeței, este necesar să se verifice modificările apărute după îmbătrânirea tehnologică, cel puțin la proprietățile de bază ale bitumului, cum ar fi: penetrația, temperatura de înmuiere, viscozitatea și revenirea elastică (pentru bitumurile modificate).

În timpul considerațiilor noastre despre bitum ca material de construcții, nu putem trece cu vederea semnificația îmbătrânirii tehnologice a bitumului. Să reținem că **bitumul care a fost inclus în structura drumului va fi un bitum deja “îmbătrânit” după îmbătrânirea tehnologică**. De aceea, nu fără motiv, se determină susceptibilitatea bitumurilor la îmbătrânire.

9.2. SCOPUL ȘI DOMENIUL ÎNCERCĂRILOR

Schimbările care apar în structura chimică a bitumului, ca urmare a reacției de oxidare, conduc în general la înrăutățirea proprietăților sale. Bitumul devine mai fragil și rigid, îi crește viscozitatea și punctul de înmuiere și scad penetrarea și ductilitatea. Mixturile la cald nu sunt totuși la fel de vulnerabile la îmbătrânire. În cazul mixturilor întărite mecanic, adică compactate (de exemplu betoanele asfaltice tip MAS/SMA), temperatura de producție a mixturii asfaltice, de obicei, nu depășește 180°C și este o temperatură considerată ca fiind o limită sigură de încălzire a lianților bituminoși.

În cazul asfaltului turnat MA (*mastic asphalt MA*) temperatura de producție a mixturii ajunge până la 240°C și timpul de amestecare/depozitare ajunge adesea la 6 ore. În acest timp, bitumul este supus unui proces foarte intens de îmbătrânire.

Pentru a verifica gradul de distrugere a lianților bituminoși utilizați în producția de asfaltului turnat MA, ORLEN Asphalt a realizat în anul 2015 un studiu de cercetare, care a avut ca scop estimarea temperaturii la care se poate încălzi bitumul și pentru ce perioadă de timp va putea fi depozitat bitumul pentru a-și păstra caracteristicile stabile.

Pentru determinarea rezistenței tehnologice s-au folosit bitumuri dure – frecvent utilizate în producția asfaltului turnat MA:

- Bitumul rutier 35/50,
- Bitumul multigrad BITREX 35/50-57/69,
- Bitumul modificat ORBITON 25/55-60.

Toți lianții folosiți pentru încercări au fost îmbătrâniți prin metoda TFOT (eng. *Thin Film Oven Test*, în conformitate cu standardul EN 12607-2 „*Bitum și lianți bituminoși. Determinarea rezistenței la întărire sub efectul căldurii și aerului. Partea 2: Metoda TFOT*”), în timpul și temperaturile care simulează condițiile de producție reale MA. Din motive tehnice nu s-a folosit metoda RTFOT, metoda de referință pentru încercarea de îmbătrânire a biturilor. În procedura de testare s-a stabilit încălzirea lianților la temperatura de peste 200°C, temperatură care s-a dovedit a fi imposibil de realizat în uscătorul pentru îmbătrânire prin metoda RTFOT.

Gradul de îmbătrânire al lianților bituminoși estimat pe baza determinării modificărilor proprietăților de bază și anume:

- Penetrația la 25°C conform EN 1426,
- Punctul de înmuiere T_{ib} conform EN 1427,
- Punctul de rupere Fraass conform EN 12593,
- Viscositate dinamică la 60°C conform EN 13702-1.

Fiecare liant a fost tratat în uscătorul TFOT timp de 75, 120, 240, 360 și 480 minute la următoarele valori de temperatură din uscător: 163°C, 200°C, 220°C, 240°C, incluzând atât domeniul tipic utilizat în tehnologiile „la cald” (< 200°C) cât și cel utilizat în tehnologia asfaltului turnat MA (> 200°C).

Ca urmare a încercării, s-au obținut în primul rând informații specifice asfaltului turnat MA, dar o parte din concluzii pot fi folosite și pentru mixturile clasice (AC, MAS/SMA, PA, etc).

9.3. REZULTATELE OBȚINUTE

9.3.1. Modificarea penetrației la 25°C

Determinarea penetrației s-a efectuat conform standardului EN 1426 „*Bitum și lianți bituminoși. Determinarea penetrației cu ac*”.

În figurile 9.1.-9.3. a fost prezentată modificarea penetrației lianților bituminoși analizați în funcție de timp și temperatură.

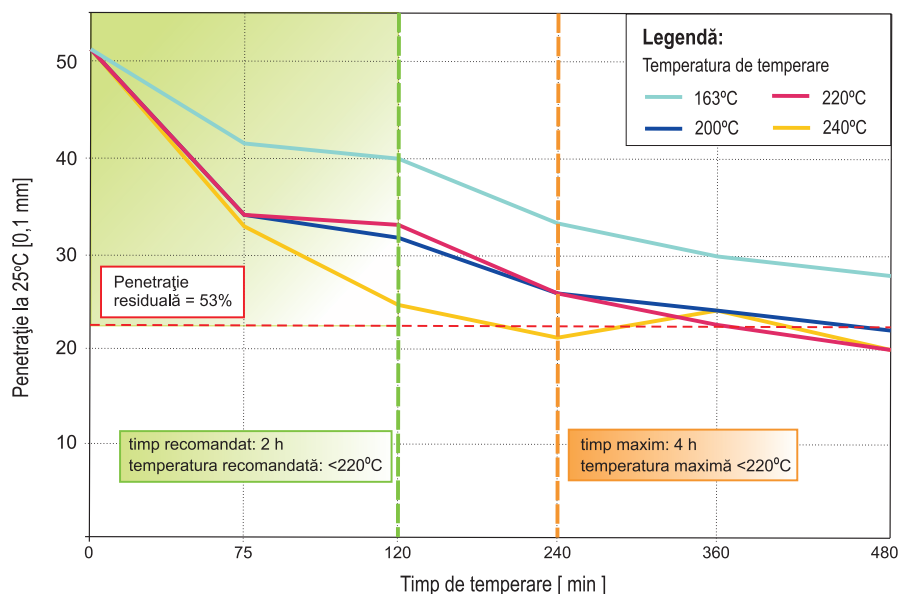


Fig 9.1. Modificarea valorii penetrației bitumului rutier 35/50

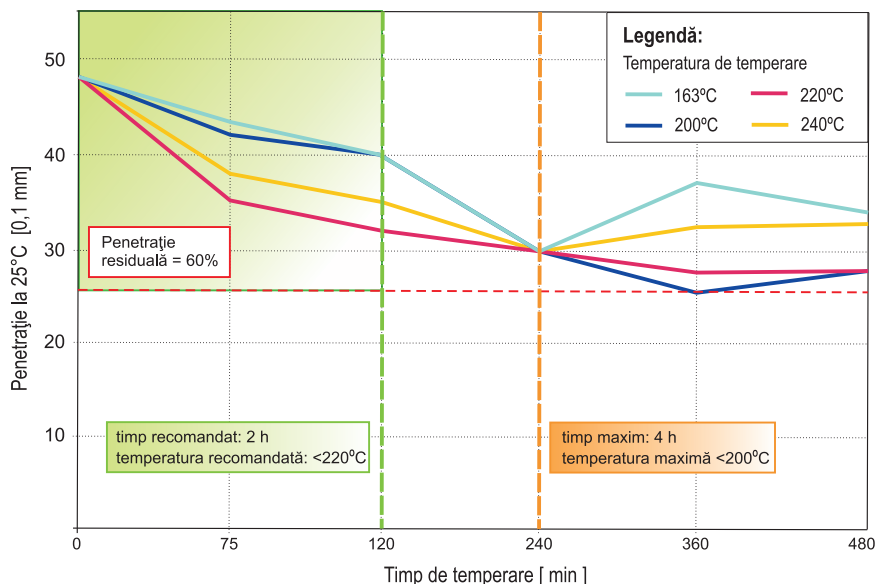


Fig. 9.2. Modificarea valorii penetrației bitumului multigrad BITREX 35/50-57/69

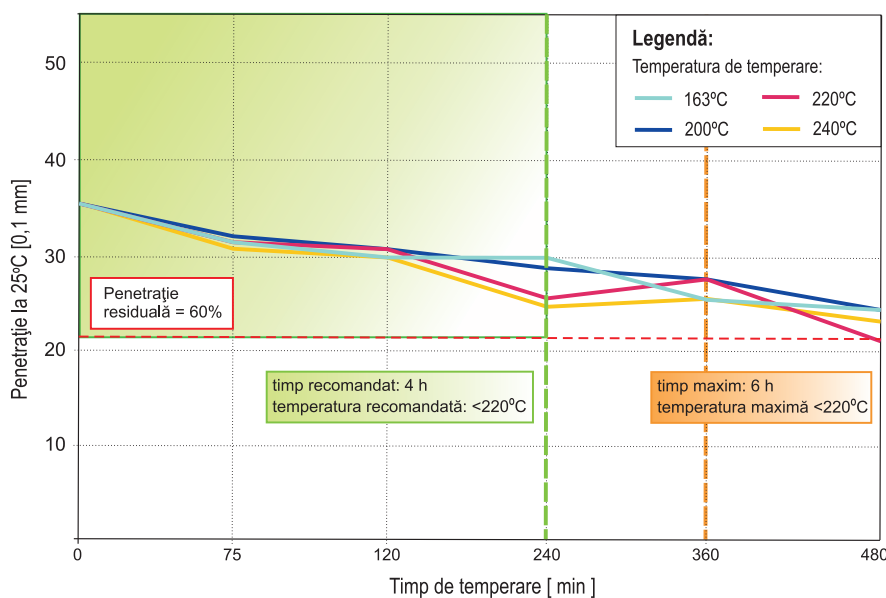


Fig. 9.3. Modificarea valorii penetrației bitumului modificat ORBITON 25/55-60

Ca urmare a îmbătrânirii tehnologice, valoarea penetrației scade – aceasta este direct legată de procesul de întărire a biturilor. Parametrul care definește gradul permis de îmbătrânire a liantului bazat pe încercarea de penetrație la 25°C este Penetrație reziduală după îmbătrânire exprimată în [%].

În graficele de mai sus a fost marcată cu linia roșie valoarea permisă de penetrare, care poate caracteriza liantul bituminos, iar parametrii lui după procesul de întărire să fie încă în concordanță cu standardul. Cu toate acestea, trebuie să ne amintim de faptul că standardul specifică cerințele pentru bitumuri după îmbătrânire prin metoda RTFOT, care este mai agresivă decât metoda TFOT. Câmpul verde marchează intervalul de topire în condiții de siguranță (recomandat de ORLEN Asphalt) pentru fiecare liant bituminos.

9.3.2. Modificarea punctului de înmuiere

Determinarea modificării punctului de înmuiere a biturilor s-a realizat pe baza standardului EN 1427 „Bitum și lianți bituminoși. Determinarea punctului de înmuiere. Metoda cu inel și bilă”.

Punctul de înmuiere determină proprietățile bitumului în așa-numita temperatură ridicată de exploatare și ilustrează aproximativ limita superioară, convențională a stării de visco-elasticitate.

În fig. 9.4. – 9.6. au fost prezentate modificările valorii punctului de înmuiere T_{IB} a lianților bituminoși analizați în funcție de timp și temperatură.

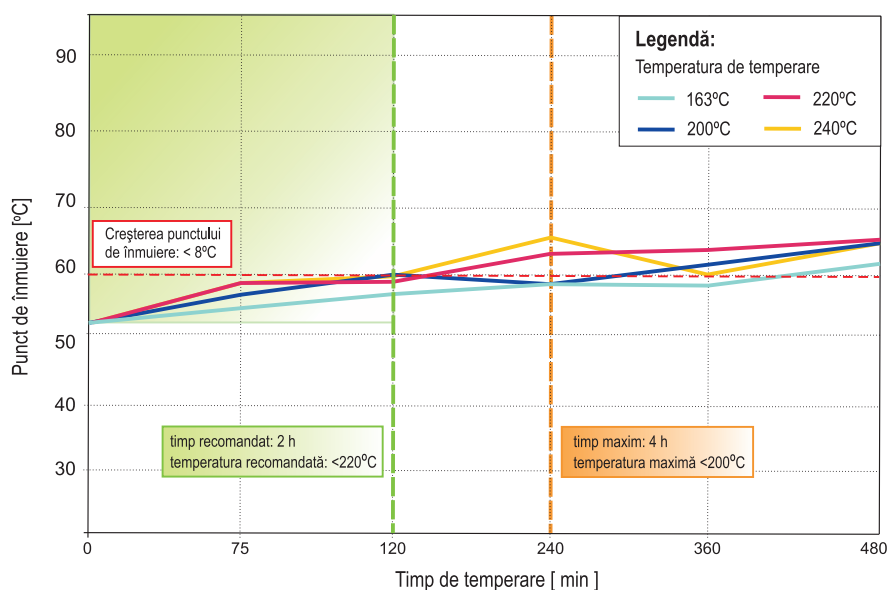


Fig. 9.4. Modificarea valorii punctului de înmuiere T_{IB} a bitumului rutier 35/50

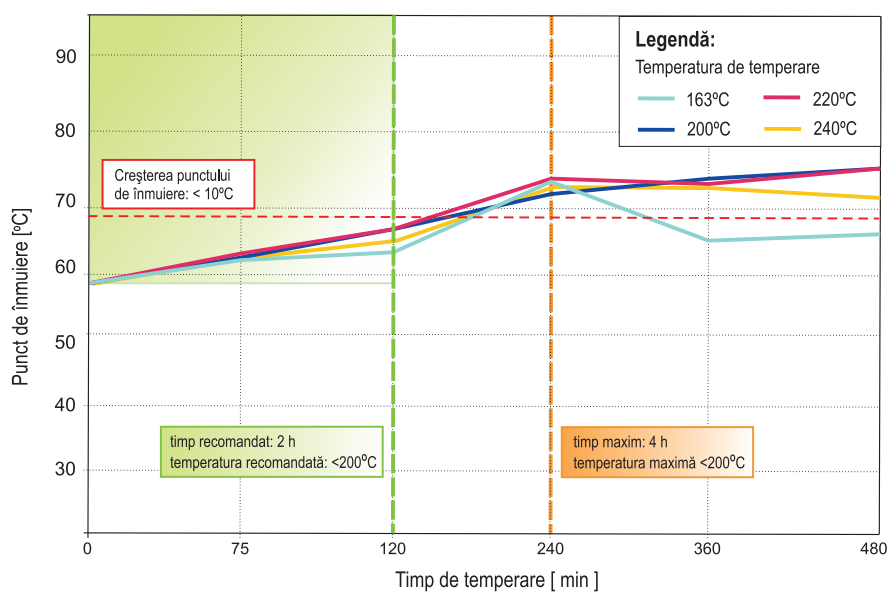


Fig. 9.5. Modificarea valorii punctului de înmuiere T_{IB} a bitumului multigrad BITREX 35/50-57/69

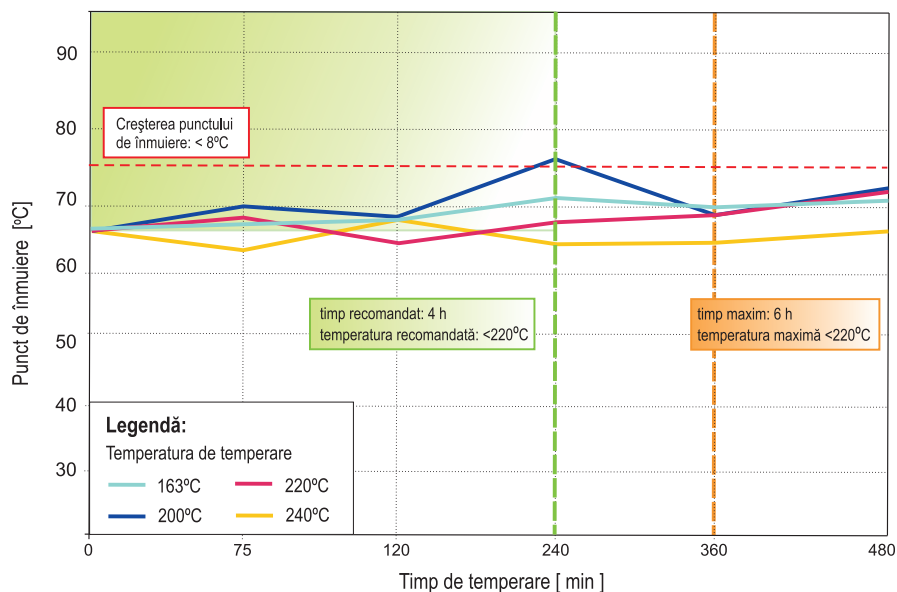


Fig. 9.6. Modificarea valorii punctului de înmuiere T_{IB} a bitumului modificat ORBITON 25/55-60

Ca urmare a îmbătrânirii lianților bituminoși, punctul de înmuiere crește, ceea ce este, de asemenea, o consecință directă a rigidizării bitumului la temperaturi ridicate.

Parametrul standard care definește creșterea permisă T_{IB} după procesul de oxidare este diferența dintre punctul de înmuiere al bitumului înainte de îmbătrânire și după îmbătrânire (creșterea permisă T_{IB}). Pentru fiecare bitum, la fel ca în cazul analizei graficelor de penetrare, cu linia roșie a fost marcată creșterea permisă standard a valorii temperaturii T_{IB} . De asemenea, în acest caz, trebuie să ne amintim că standardul definește parametrul pentru metoda RTFOT. Câmpul verde marchează timpul în condiții de siguranță și temperatura tehnologică recomandată de ORLEN Asphalt pentru diferite tipuri de bitum în timpul producției de asfaltului turnat MA.

9.3.3. Determinarea punctului de rupere prin metoda Fraass

Următoarea determinare care a fost efectuată în cadrul evaluării proprietăților lianților bituminoși după îmbătrânirea tehnologică a fost punctul de rupere prin metoda Fraass.

Punctul de rupere determină proprietățile bitumului la temperatură scăzută la limita inferioară convențională a stării de visco-elasticitate. Determinarea punctului de rupere a fost efectuată în conformitate cu standardul EN 12593 „Bitum și lianți bituminoși. Determinarea punctului de rupere Fraass”.

În figurile 9.7.-9.9. au fost prezentate modificările punctului de rupere Fraass obținute pentru lianții bituminoși analizați.

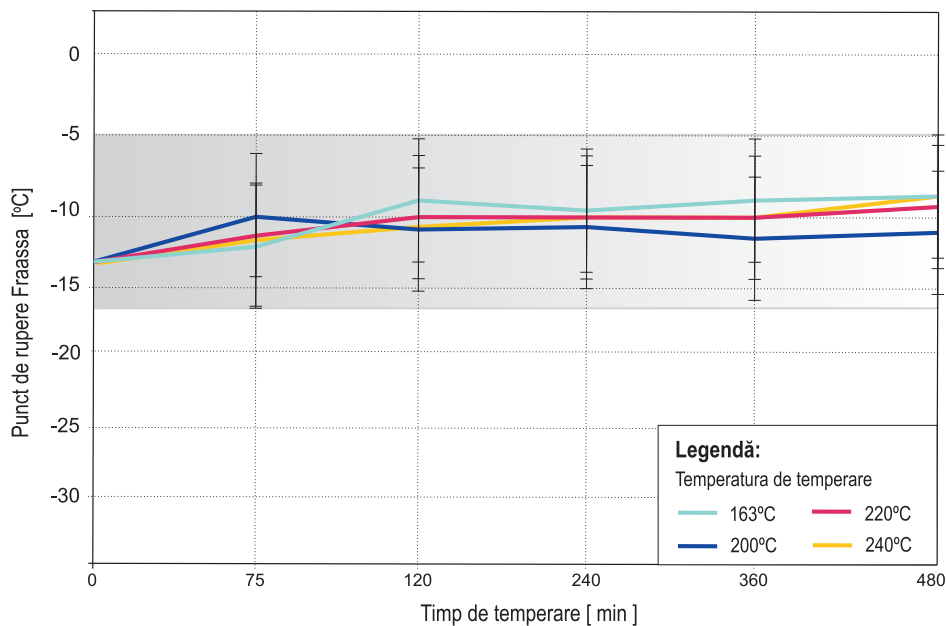


Fig. 9.7. Modificarea valorii punctului de rupere Fraass a bitumului rutier 35/50

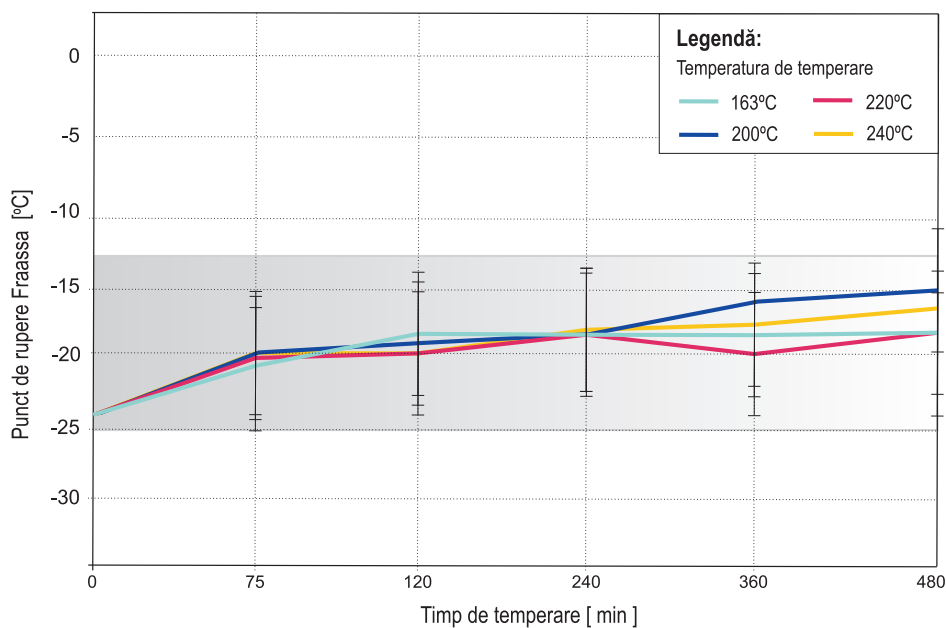


Fig. 9.8. Modificarea valorii punctului de rupere Fraass a bitumului multigrad BITREX 35/50-57/69

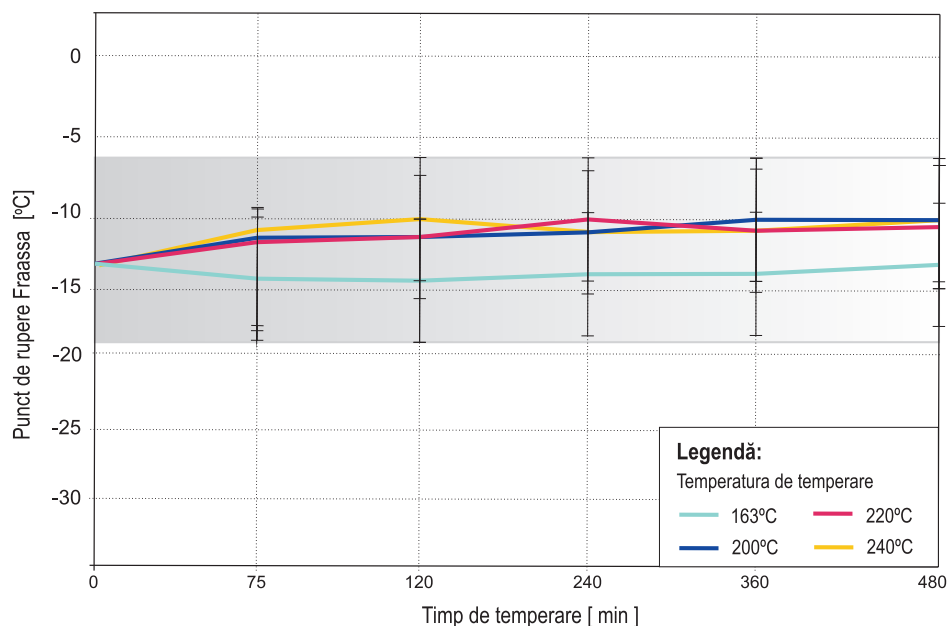


Fig. 9.9. Modificarea valorii punctului de rupere Fraass a bitumului modificat ORBITON 25/55-60

În graficele de mai sus, câmpul gri marchează incertitudinea de măsurare, determinată pe baza unei metode de validare în laboratorul care efectuează încercarea. Trebuie să înțelegem că, de fapt, fiecare dintre rezultate se încadrează în intervalul $\pm 3^\circ\text{C}$. Acest lucru înseamnă că pentru bitumul pentru care s-a determinat, punctul de rupere Fraass a ajuns la -10°C , rezultatul corect cuprins în limitele tolerate de măsurare se află în intervalul $-7^\circ\text{C} \div -13^\circ\text{C}$. Disiparea rezultatelor obținute este foarte mare.

Din cauza preciziei mici, utilitatea încercării prin metoda Fraass este contestată, ca fiind o metodă care nu se traduce în comportamentul real al bitumului în exploatare. Putem concluziona că, punctul de rupere fiind astfel determinat, nu este o metodă adecvată pentru verificarea proprietăților lianților bituminoși la temperaturi scăzute după procesul de îmbătrânire tehnologică.

9.3.4. Modificarea viscozității dinamice la temperatura de 60°C

Determinarea viscozității dinamice prin metoda con – placă introdusă pe baza standardului EN 13702-1 „Bitum și lianți bituminoși. Determinarea viscozității dinamice a bitumului modificat. Partea 1: Metoda cu con și placă”.

Creșterea viscozității este una dintre cele mai importante modificări ale proprietăților reologice ale lianților bituminoși care apar în timpul îmbătrânirii tehnologice. Pe graficele de mai jos este prezentată modificarea viscozității dinamice a biturilor analizate în funcție de timp și temperatură.

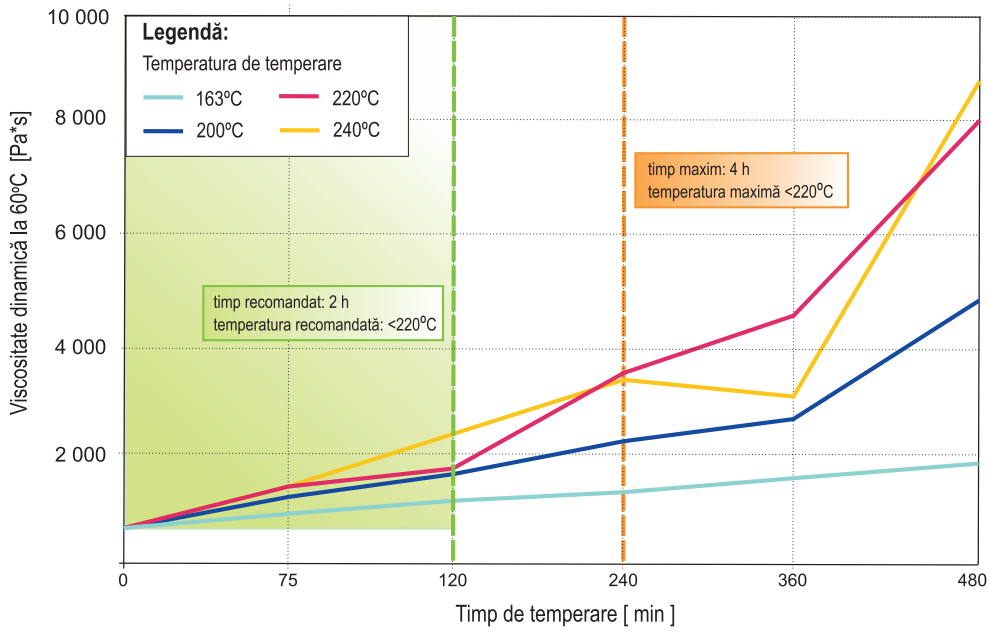


Fig. 9.10. Modificarea viscozității dinamice la temperatura de 60°C a bitumului rutier 35/50

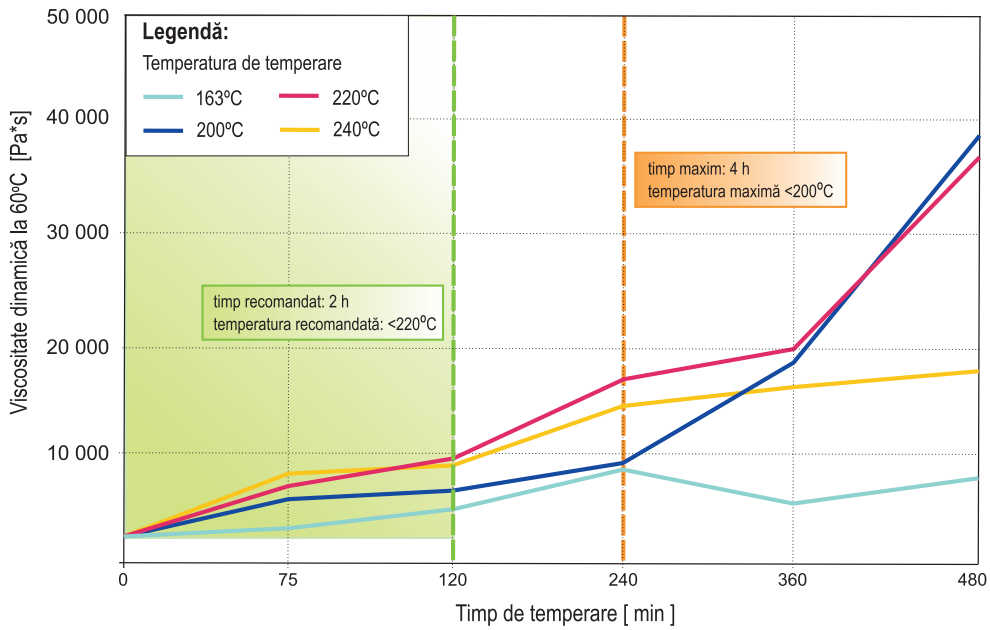


Fig. 9.11. Modificarea viscozității dinamice la temperatura de 60°C a bitumului multigrad BITREX 35/50-57/69

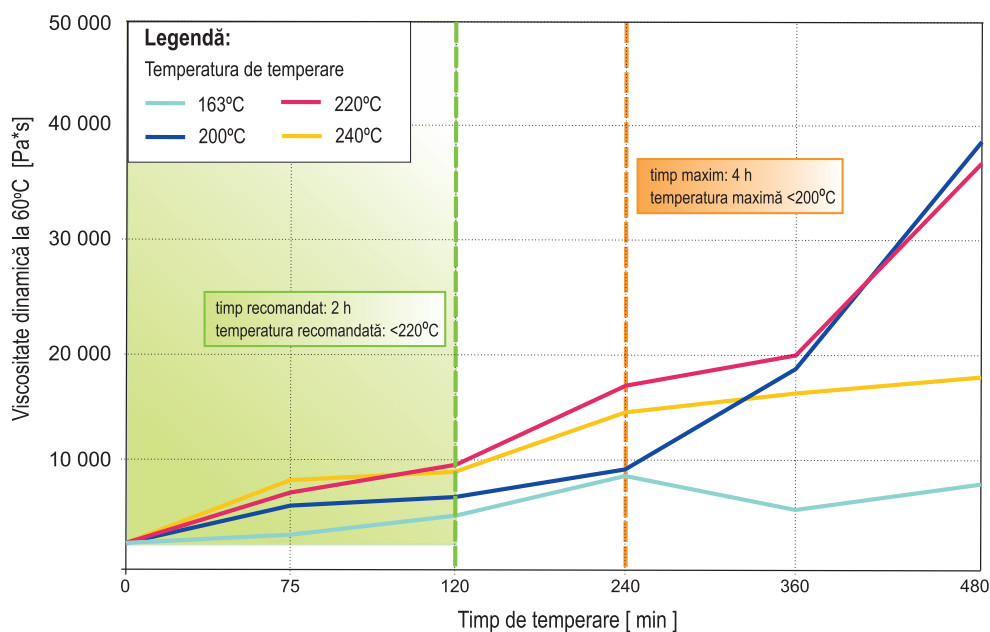


Fig. 9.12. Modificarea viscozității dinamice la temperatura de 60°C a bitumului modificat ORBITON 25/55-60

O creștere semnificativă a viscozității biturilor în timpul încălzirii dovedește faptul că aceasta este o proprietate foarte sensibilă la procesul de îmbătrânire tehnologică.

În standardele EN pentru diferite tipuri de bitumuri nu este specificată creșterea viscozității permise după îmbătrânire. În concluzie, nu are coeficient standard pentru gradul maxim de creștere a viscozității. Totuși, este o caracteristică care trebuie luată serios în considerare, deoarece creșterea excesivă a viscozității în timpul îmbătrânirii afectează direct temperatura tehnologică și poate împiedica în mare măsură punerea în operă a mixturii (în special cea manuală).

9.3.5. Îmbătrânirea biturilor modificate cu polimeri

Complexitatea procesului de îmbătrânire crește în cazul în care avem de-a face cu bitumuri modificate cu polimeri. Deși din analiza rezultatelor de mai sus rezultă clar că aceștia sunt lianții cei mai rezistenți la acțiunea temperaturilor ridicate, trebuie, totuși, să fiți foarte atenți la folosirea acestei grupe de bitumuri, deoarece în timpul încălzirii excesive, degradarea poate provoca o rețea de bitum cu polimeri. Proprietățile biturilor modificate sunt, prin urmare, dependente de gradul de degradare a polimerului folosit. Numai determinarea parametrilor de bază este, prin urmare, insuficientă pentru a evalua proprietățile acestor lianți după procesul de oxidare.

Una din metodele care permite „să vezi” în structura chimică a liantului este încercarea cu ajutorul microscopului fluorescent cu lampă UV prin analiza imaginii în lumina reflectată. Încercarea se realizează pe baza standardului EN 13632 „Standardul descrie metoda de vizualizare a distribuției polimerilor în biturile modificate prin polimeri, prin microscopie fluorescentă”.

În imaginile de mai jos, vă prezentăm dispersia polimerului SBS în bitumul modificat ORBITON 25/55-60, după procesul de îmbătrânire:

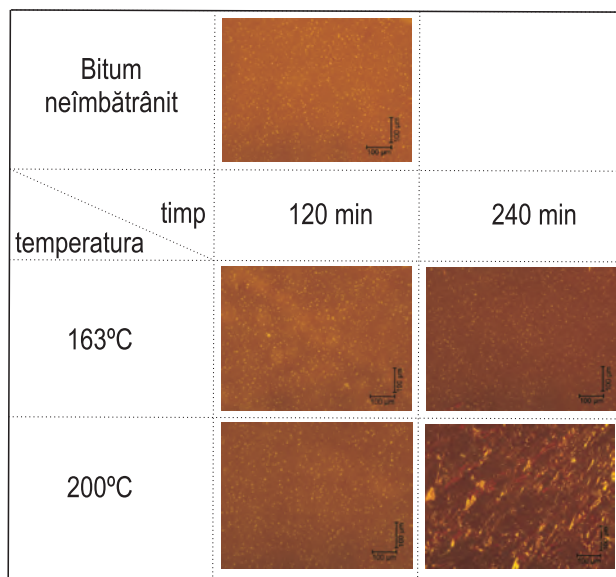


Fig. 9.13. Modificarea structurii polimerului SBS în bitumul modificat ORBITON 25/55-60 ca efect al îmbătrânirii

La temperatura de 163°C, în timpul încălzirii de până la 4 ore, nu s-au observat modificări semnificative în microstructura bitumului cu polimeri. În cazul creșterii temperaturii la 200°C începutul schimbării în microstructură are loc după 240 de minute de încălzire a bitumului.

9.4. REZUMAT

Principalul factor responsabil pentru îmbătrânirea biturilor este reacția componentelor sale cu oxigenul din aer. Atât temperatura ridicată, cât și perioada de depozitare a mixturii influențează gradul de îmbătrânire a liantului. Cu cât temperatura este mai ridicată și timpul de încălzire a bitumului mai mare, cu atât îmbătrânirea se dezvoltă mai rapid și mai intens.

Din graficele de mai sus, se poate concluziona că cel mai rezistent la acțiunea temperaturii ridicate este bitumul modificat ORBITON 25/55-60 – caracteristicile sale de bază rămân stabile mai mult timp în perioada de temperare. Cel mai sensibil la temperatura ridicată și perioada lungă de încălzire este bitumul multigrad, al cărui parametri de bază, după depășirea de 240 minute de tratare la temperatură de peste 200°C, se modifică în mod negativ, într-un mod dificil de prezis. Bitumul rutier prezintă proprietăți intermediare între bitumul multigrad și cel modificat.

În final, recomandăm utilizarea următoarelor condiții tehnologice în timpul producției asfaltului turnat MA:

35/50		BITREX MG 35/50-57/69		ORBITON PMB 25/55-60	
Timp	Temperatură	Timp	Temperatură	Timp	Temperatură
Max. 4 h Recomandat până la 2 h	< 220°C	Max. 4 h Recomandat până la 2h	< 200°C	Recomandat până la 4h	< 220°C

Utilizarea lianților bituminoși necesită, înainte de toate, cunoștințe referitoare la temperaturile tehnologice optime și la condițiile de pregătire a probelor de bitum.

În următoarele părți ale capitolului sunt prezentate o serie de informații tehnice utile pentru angajații laboratoarelor și pentru diviziile tehnologice ale companiilor rutiere.

În tabelul 10.2 sunt prezentate toate informațiile de bază referitoare la temperaturile tehnologice de utilizare a bitumurilor produse de ORLEN Asphalt.

10.1. SUGESTII DE LABORATOR

10.1.1. 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 rafinare 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 sau RCAT.

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 determinării viscozității bitumului atât înainte, cât și după îmbătrânirea RTFOT.

Pentru majoritatea proceselor tehnologice importante se cunoaște viscozitatea optimă sau intervalul de viscozitate și pe această bază pot fi stabilite temperaturile tehnologice optime.

Pentru determinarea temperaturii de introducere 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.

Deoarece viscozitățile bitumurilor 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.

Curbele de dependență viscozitate- temperatură pentru fiecare bitum în parte au fost prezentate în figurile din capitolele 2-4.

Printre valorile descrise ale temperaturii tehnologice, trebuie acordată o atenție deosebită alegerii corecte a temperaturii de întărire a probelor în laborator (conform metodei alese din EN 13108-20). Temperatura 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 are ca urmare 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 timpul întăririi stratului 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, stabilirea unei temperaturi corecte de întărire a probelor în etapa de proiectare a mixturii în laborator este atât de importantă.

10.1.2. Probe de bitum în laborator

Laboratorul de drumuri 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 încercărilor 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 deținerii unei probe de bitum într-un singur recipient mare (de ex. 10 kg) 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 încercările bitumurilor este stabilit de norma EN 12594:2014 „*Bitumuri și lianți bituminoși. Prepararea eșantioanelor de încercat*”.

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 120 minute, temperatura de încălzire în uscător: nu mai mare de 100°C peste punctul de înmuiere a bitumului,
- **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 de 2÷3 litri**, timp de încălzire de 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, în ultimele 2 ore trebuie să creșteți la temperatura corespunzătoare.

În cazul biturilor modificate trebuie să aplicați procedura prevăzută de către furnizorul probei. În cazul în care nu au fost furnizate informații referitoare la bitumul modificat cu polimeri (în conformitate cu EN 14023), temperatura în uscător trebuie să fie în limitele de la 180°C până la 200°C, indiferent de temperatura de înmuiere.

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.

În cazul în care proba este contaminată cu coacăș sau cu material granulat mineral se permite filtrarea probei printr-o sită încălzită (ochiuri de 0,5 mm), înainte de colectarea probei pentru testare. Prezența coacășului sau a unui material granulat mineral și cernerea (strecurarea) trebuie să fie notate în raportul de încercare.

Probele de bitum obținute în urma

- efectuării extracției mixturii asfaltice (conform normelor EN 12697-1, EN 12697-2, EN 12697-4),
- încercări pentru determinarea rezistenței la întărire și îmbătrânire (conform cu EN 12607-1, EN 12607-2 și EN 12607-3 sau EN 14769 sau cu alt standard care se referă la întărire sau îmbătrânire),

trebuie pregătite și analizate prin metodele corespunzătoare de colectare și testare.

10.1.3. 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. Totuși, alegerea substanței care să îmbunătățească adezivitatea bitumului la agregat necesită efectuarea unor încercări de verificare în laborator, deoarece anumite substanțe chimice reduc adezivitatea bitumului la agregat.

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

- SR EN 12697-11 *Mixturi asfaltice. Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 11: Determinarea afinității dintre agregate și bitum,*
- SR 10969 *Lucrări de drumuri. Determinarea adezivității biturilor rutiere și a emulsiilor cationice bituminoase față de agregatele naturale prin metoda spectrofotometrică,*
- SR 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 agregate. Adezivitatea liantului la agregat trebuie să se ridice la minimum 80% după 6 ore de testare.

Aditivii disponibili pe piață și conținutul acestora în bitum trebuie alese corespunzător bitumului și agregatelor utilizate în mixtură, 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 încercarea ITSR conform EN 12697-12.

10.2. 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 stabile cu o toleranță de $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Acest lucru înseamnă că rezervorul trebuie să fie dotat cu sisteme de măsurare de precizie, cu citire locală sau la distanță a indicilor de temperatură, amplasate pe suprafața serpentinelor 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 amestecurilor de bitumuri 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 biturilor 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.

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 în rezervor 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 considerabil (un strat foarte subțire de bitum pe agregat, o temperatură foarte ridicată și accesul oxigenului), de aceea trebuie ales cu bună știință așa numitul timp de amestecare „la umed”.

Utilizarea unui liant prea fierbinte în producție are alte efecte negative, în special în cazul producției mixturii cu granulație discontinuă (MAS/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 exp. 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 10.1. Îmbătrânirea bitumului în rezervoare de înmagazinare.

Cauzele îmbătrânirii bitumului în rezervor	Factori care limitează îmbătrânirea
Depozitarea de lungă durată 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 recircularea 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.

Informații detaliate privind depozitarea diferitelor tipuri de lianți bituminoși sunt date în capitolele 2 ÷ 4.

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 bitumuri de categorie diferită, de exemplu bitumuri rutiere cu bitumuri 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 înalt modificate ORBITON HiMA.

Dacă bitumul urmează să rămână în rezervorul unității de producție 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 determinate proprietățile liantului. Atenție – nu orice tip și model de bitum poate fi păstrat în acest fel (vezi capitolele 2÷4).

Temperatura biturilor în timpul depozitării nu ar trebui să depășească valorile menționate în tabelul 10.2.

10.3. 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 să atingă 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 10.2. nu se referă la mixturile asfaltice în care este adăugată o substanță în scopul reducerii temperaturii de producție și punere în operă 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, modificat),
- prezența aditivilor precum stabilizatori, modificatori sau substanțe adezive,
- starea tehnică și dotarea silozurilor (izolarea termică, încălzirea),
- cantitatea de mixtură asfaltică din siloz.

10.4. 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 $> 10\text{ m/s}$, distanțe mari de transport) trebuie analizată utilizarea între finisor și vehiculul de descărcare a mixturii de utilaje intermediare a unui agitator adițional și încălzire a mixturii (MTV, *Shuttle-buggy*). Transportul trebuie organizat astfel încât să fie asigurată continuitatea livrărilor mixturii pe șantier (fără pauze ale finisorului).

După încărcarea mixturii asfaltice în vehicul trebuie efectuat controlul temperaturii mixturii și evaluarea vizuală a acesteia. Trebuie acordată atenție următoarelor aspecte [1]:

- **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 așnerie în operă 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 scheletului mineral - lipsa unui sort de agregate cu un conținut corect de bitum,
 - c. compoziție incorectă a mixturii asfaltice – dozajul din laborator a presupus din start o cantitate prea mare de bitum,
 - d. 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 avariata,
 - c. temperatura prea joasă a bitumului în timpul anrobării agregatului,
 - d. un timp de malaxare „la umed” 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.

10.5. PUNERE ÎN OPERĂ

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 grosimii stratului așternut. 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 (pe un strat anterior fierbinte). Recomandările menționate nu se referă la tehnologia *Kompaktasphalt*.

Asfaltul turnat, datorită viscozității ridicate, nu poate fi așternut mereu manual. Se recomandă utilizarea utilajelor mecanice pentru punerea în operă și a aditivilor care să reducă temperatura la așternere. Trebuie să fiți atenți la temperatură și perioada de stocare a unui amestec de beton turnat, indicațiile sunt date în capitolul 9.

10.6. TEMPERATURI TEHNOLOGICE

Tabelul 10.2 Temperaturile minime și maxime ale biturilor și ale mixturilor asfaltice în funcție de tipul bitumului

Tipul bitumului	Bitum rutier				Bitum modificat cu polimeri					Bitum înalt modificat cu polimeri		
	EN 12591 anexa NA				EN 14023 anexa NA					EN 14023 anexa NA		
	Bitum 20/30	Bitum 35/50	Bitum 50/70	Bitum 70/100	ORBITON 10/40-65	ORBITON 25/55-60	ORBITON 45/80-55	ORBITON 45/80-65	ORBITON 65/105-60	ORBITON 25/55-80 HiMA	ORBITON 45/80-80 HiMA	ORBITON 65/105-80 HiMA
Temperatura [°C]												
În laborator												
Temperatura de întărire a probelor Marshall realizate în presă giratorie	155-160	140-145	135-140	130-135	150-155	145-150	145-150	150-155	145-150	150-160	150-155	145-150
Temperatura componentelor în unitatea de producție												
Pomparea bitumului	> 145	> 140	> 130	> 120	> 150	> 150	> 150	> 150	> 150	mai mare de 160	mai mare de 150	mai mare de 140
Depozitarea bitumului pe o durată scurtă în unitatea de producție	până la 190	până la 190	până la 190	până la 180	până la 190	până la 190	până la 190	până la 190	până la 190	până la 200 (< 3 zile) până la 160 (< 3 zile)	până la 190 (< 3 zile) până la 160 (< 3 zile)	până la 190 (< 3 zile) până la 160 (< 3 zile)
Temperatura mixturii asfaltice finite în agitatorul unității de producție:												
Beton asfaltic – AC	< 185	< 180	< 175	< 170	< 185	< 185	< 185	< 185	< 185	max. 195	max. 195	max. 185
MAS/SMA	—	—	< 175	< 170	—	< 185	< 185	< 185	< 185	max. 195	max. 195	max. 185
Asfalt poros – PA	—	—	—	—	—	—	< 185	< 185	< 185	max. 195	max. 195	max. 185
Asfalt turnat – MA	< 220 ^a	< 220 ^a	—	—	< 230 ^b	< 230 ^b	< 230 ^b	—	—	max. 220	max. 220	—
Temperatura pe șantier												
Temperatura minimă a mixturii livrate pe șantier (în coșul finisorului)	150	145	140	135	160	155	155	160	160	180	180	175
Temperatura finală a întăririi efective	> 120	> 115	> 110	> 100	> 125	> 125	> 120	> 125	> 120	> 150	> 145	> 120
<p>a) timpul de păstrare a asfaltului turnat MA în cazan la temperatura specificată timp de 6 ore, este permisă o temperatură mai ridicată a asfaltului turnat, până la 230°C, dacă timpul de păstrare în cazan nu depășește 2 ore.</p> <p>b) timpul de păstrare a asfaltului turnat MA în cazan la temperatura specificată timp de 4 ore, este permisă o temperatură mai ridicată a asfaltului turnat până la 230°C, dacă timpul de păstrare în cazan nu depășește 2 ore.</p>												

11.1. INTRODUCERE

Aspectele generale ale securității în muncă, protecției sănătății și a mediului descrise mai jos se referă la bitumurile de proveniență petrolieră produse de firma ORLEN Asphalt. Proprietățile normative ale biturilor și actualele rezultate ale cercetărilor a fost date și descrise în prima parte a Ghidului, (capitolele 2 - 5).

Deși bitumul nu a fost clasificat ca substanță periculoasă, fișele tehnice ale biturilor sunt disponibile pentru destinații în scopul asigurării unei securități maxime în utilizare și a informațiilor complete despre produs.

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 pentru toate produsele ORLEN Asphalt sunt incluse în actualele fișele tehnice care sunt disponibile pe pagina de internet a societății [13].

Toate fișele tehnice au fost înmânate clienților în conformitate cu prevederile UE: așa numitul regulament REACH (*Registration Evaluation and Authorisation of Chemicals*) și regulamentul CLP (*Classification, Labelling, Packaging*).

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.

Trebuie constatat în mod absolut că, în procesul de identificare a pericolelor și evaluare a riscului, trebuie luată în considerare și amestecul biturilor rutiere cu alte substanțe sau aditivi. 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.

11.2. PERICOLELE POTENȚIALE PENTRU SĂNĂTATE ÎN TIMPUL PRODUȚIEI, DEPOZITĂRII, TRANSPORTULUI ȘI UTILIZĂRII LIANȚILOR BITUMINOȘI

11.2.1. Transportul biturilor

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 Asphalt 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.

11.2.2. Arsuri cu bituri (contactul cu pielea, ochii)

Temperatura în timpul lucrului cu biturile rutiere depășește de obicei 100°C. De aceea, un pericol important care poate apărea în timpul lucrului cu biturile sunt arsurile (până la arsuri de gradul trei inclusiv).

Arsurile pot avea loc în diverse situații: în timpul operațiilor de rutină (de ex. 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 deetanșării cisternei sau a funcționării necorespunzătoare a supapei de închidere.

În timpul lucrului cu bitumul fierbinte trebuie folosit întotdeauna echipamentul de protecție, cum ar fi:

- casca de protecție cu protecție pentru față și gât – trebuie să rețineți că ochelarii de protecție protejează numai ochii!
- îmbrăcăminte și încălțăminte de lucru,
- mănuși de protecție rezistente la acțiunea temperaturii ridicate (atenție: trebuie să vă asigurați că în mănuși nu va intra bitum fierbinte!)

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.

Trebuie să verificați prevederile din legislația națională și să le adaptați la echipamentul adecvat.

11.2.3. Incendiu (acțiuni de prevenire)

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 (determinat în creuzet deschis prin metoda Cleveland) pentru bitumurile rutiere descrise în acest ghid este de peste 310°C (prima parte a Ghidului, tabelul cu proprietăți).

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 încercarea 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 (*Conservation Of Clean Air And Water In Europe*) bitumurile ca atare nu sunt considerate explozibile în baza considerațiilor structurale și a bilanțului de oxigen [6]. În scopul minimizării riscului 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, care pot constitui o sursă de autoaprindere în prezența oxigenului.

11.2.4. Stingerea incendiului de bitum

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, deoarece există pericolul major de împrôșcare 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 și pulverizatoare cu apă.

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, etc.,
 - închise supapele, ceea ce poate duce la limitarea extinderii incendiului.

11.2.5. 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 împrôșcări de bitum fierbinte.

Un element foarte important în timpul încărcării bitumului fierbinte 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.

11.2.6. 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 că vaporii de bitum reprezintă un pericol pentru sănătatea angajaților.

Cercetările din iulie 2009 pe tema predispoziției la cancerul pulmonar a lucrătorilor care intră în contact cu bitumurile, realizate de Agenția Internațională pentru Cercetare în Domeniul Cancerului (IARC – *The International Agency for Research on Cancer*) nu a aratat nicio asociere între riscul apariției cancerului pulmonar și expunerea la vaporii de bitum [11].

Cu toate că vaporii de bitum nu au fost recunoscuți că dăunează omului, 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 [11]:

- 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.

11.2.7. 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]. 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, a cărui concentrație - în cazuri extreme – poate atinge valori periculoase.

Înainte de a intra în rezervorul golit, este necesară aerisirea sa anterioară, apoi să fie lăsat sub fluxul constant de aer și reducerea temperaturii. După o astfel de pregătire a rezervorului pentru intrarea angajaților în interior, trebuie să se efectueze o analiză suplimentară a atmosferei din interior referitoare la conținutul de oxigen și concentrațiile potențiale de substanțe explozive sau toxice. Analiza trebuie efectuată nu mai devreme de o oră înaintea intrării planificate. Angajatul care intră în interiorul rezervorului trebuie să fie echipat corespunzător cu echipament individual de protecție.

Trebuie să verificați mereu prevederile din legislația națională actuală și să o adaptați la metodele de procedura corespunzătoare.

11.2.8. Hidrocarburi aromatice policiclice (HAP)

Prezența unor urme de hidrocarburi aromatice policiclice – PAH prescurtat (ang. *PAH – Polycyclic Aromatic Hydrocarbon*) în vaporii de bitum ridică îngrijorări în ceea ce privește impactul potențial asupra sănătății angajaților expuși la acțiunea bitumului sau a vaporilor de bitum. S-a constatat că unele hidrocarburi aromatice policiclice au proprietăți cancerigene. Agenția de Protecție a Mediului USA a întocmit o listă cu cincisprezece hidrocarburi considerate otrăvitoare. Dintre aceste hidrocarburi, este cel mai puternic din punct de vedere cancerigen este benzo (a) piren. Acționarea cancerigenă a compusului apare în cazul în care conținutul din liant depășește 50 mg/kg. În același timp, conținutul maxim de benzo (a) piren în bitum, este de 4 mg/kg, iar conținutul total de HAP nu depășește 40 mg/kg [2].

ORLEN Asphalt efectuează suplimentar testarea produselor proprii din punct de vedere al aspectelor ecologice și toxicologice. În ultimii ani au fost elaborate mai multe studii din punct de vedere al conținutului de hidrocarburi aromatice policiclice (HAP) în mg / kg în mostrele de bitum rutier 35/50 prin cromatografie în fază gazoasă (GC). În toate probele tesate, conținutul de benzo (a) piren nu a depășit 0,5 mg/kg, iar suma HAP a fost de aproximativ 4,5 mg/kg.

În ciuda existenței unor cantități mici de HAP în bitumuri, nu există nici o dovadă că un contact cu bitumul sau cu vaporii de bitum poate crește riscul apariției de cancer pulmonar.

11.3. REZUMAT

În concluzie, merită citată concluzia finală din coreferatul detaliat „Studiu clinic – de control al cazurilor de cancer pulmonar apărute într-un grup de angajați din industria europeană de asfalt. Raportul final din iulie 2009. la raportul publicat în 2009 de către Agenția Internațională de Cercetare a Cancerului (IARC). Coreferatul a fost elaborat de Institutul de Medicina Muncii prof. J. Nofera din Łodz (Polonia) [21]. În concluzie, s-a stabilit că nu s-au găsit dovezi coerente ale unei cauze – efect între expunerea la bitum (prin inhalare și cutanată), și riscul îmbolnăvirii de cancer pulmonar. S-a stabilit în cercetarea grupului, excesul de cancer pulmonar la muncitorii expuși la bitum poate fi mai degrabă atribuită intensității fumatului și posibila expunerea la gudron de cărbune. În schimb alți factori de muncă examinați nu joacă un rol important în modelarea riscului de cancer pulmonar.

Trebuie, de asemenea, să fiți conștienți de faptul că bitumul găsit într-o mixtură asfaltică din suprafața bituminoasă (rutieră, aeroport, o altă suprafață) este în formă solidă și nu prezintă nici un risc pentru sănătate sau mediu natural. Mai mult decât atât, bitumul este unul dintre puținele produse pentru construcția de drumuri considerat a fi ecologic, datorită posibilității de reciclare și reintegrare în suprafața drumului în proporție de 100%.

12.1. INTRODUCERE

Importanța enormă a unui laborator funcțional, eficient și de încredere nu trebuie să convingă pe nimeni. Controlul de laborator curent permite monitorizarea în totalitate a corectitudinii proceselor de producție efectuate și reacționarea rapidă în cazul în care apar probleme.

În Grupa de Capital ORLEN testele de control ale producției și o parte a cercetărilor efectuate au loc în Laboratorul ORLEN (Polonia) și VÚAnCh, a. s. (Republica Cehă).

Societatea ORLEN Laboratorium funcționează pe piața poloneză de aproape 15 ani. Sediul central al societății, împreună cu Laboratorul Central sunt situate pe terenul rafinării PKN ORLEN din Płock.

Laboratorul chimic VÚAnCh, a.s. este localizat în Litvinov, în Cehia, pe terenul rafinării Česka Rafinerska care aparține, de asemenea, de GC ORLEN.

Laboratoarele Grupei de Capital ORLEN sunt entități care efectuează în principal o activitate analitică, concentrată în primul rând pe controlul de laborator curent al proceselor efectuate la instalațiile de producție. A doua direcție de acțiune sunt lucrările de punere în aplicare și de cercetare și dezvoltare realizate pentru întreaga Grupă de Capital ORLEN.

12.2. ORLEN LABORATORIUM

12.2.1. Informații generale

ORLEN Laboratorium este o societate din componența Grupului de Capital ORLEN, care face parte din companiile poloneze de frunte și care efectuează analiza combustibililor, produselor petroliere (inclusiv a lianților bituminoși), apelor, apelor de canalizare, solului, aerului, a îngrășămintelor și materialelor plastice.

Venind în întâmpinarea nevoilor Clienților și confirmând un standard ridicat al serviciilor prestate, societatea ORLEN Laboratorium lucrează în sistem conform cu standardul internațional EN ISO/IEC 17025: 2005. Acest standard conține îndrumări privind atât managementul calității în laborator, cât și cerințele tehnice care influențează efectuarea corespunzătoare a încercărilor.

Confirmarea unei funcționări corespunzătoare a sistemului și a competențelor tehnice este rezultatul pozitiv al evaluării efectuate de către auditorii independenți ai Centrului de Acreditare din Polonia și obținerea Certificatului de Acreditare nr AB 484 din 9 aprilie 2004.

Calitatea și credibilitatea serviciilor prestate de ORLEN Laboratorium sunt confirmate, de asemenea, de Sistemul de Management Integrat implementat și îmbunătățit continuu, care include: managementul calității (conform standardului EN ISO/IEC 17025:2005), managementul mediului (conform standardului EN ISO 14001:2005), managementul sănătății și securității în muncă (conform standardului EN 18001:2004) și managementul securității informației (conform standardului ISO/IEC 27001:2014-12). Acesta acoperă astfel toate domeniile de activitate ale companiei care influențează calitatea serviciilor prestate și asigură că cerințele Clienților din punct de vedere al calității și de protejare a mediului vor fi respectate, iar securitatea și sănătatea lucrătorilor sunt în conformitate cu cerințele legale și îmbunătățite în mod continuu.

ORLEN Laboratorium datorită utilizării tehnicii actuale, moderne și obligatorii și a metodelor de cercetare și investiții continue în cel mai modern aparat de laborator, efectuează încercări în conformitate cu standardele poloneze, europene și americane.

12.2.2. Laboratorul Central al societății ORLEN Laboratorium

Până în anul 2015, pe terenul rafinăriei PKN ORLEN din Płock erau amplasate 8 laboratoare care deserveau procesele de fabricație efectuate la Departamentul Principal.

În cadrul programului: „Construcția și dezvoltarea componentului tehnologic și cercetării științifice a Parcului Industrial – Tehnologic Płock pentru activitate inovatoare regională” s-a decis centralizarea serviciilor de laborator pe terenul rafinăriei din Płock. Datorită investiției în Parcul Industrial – Tehnologic Płock și finanțarea din surse ale Fondului European de Dezvoltare Regională, în anul 2015 a fost inaugurat **Laboratorul Central** – unul dintre cele mai moderne laboratoare din Polonia.



Fig. 12.1. Laboratorul Central, vedere din exterior (foto. mulțumită amabilității PPP-T)

Șase laboratoare ale societății ORLEN Laboratorium aflate anterior pe terenul rafinăriei din Płock au fost mutate la Laboratorul Central. Premisa investiției a fost de a optimiza procesele tehnologice, utilizarea mai eficientă a echipamentului de laborator și îmbunătățirea logisticii prin concentrarea într-o singură locație a diferite domenii de cercetare.

În Laboratorul Central se efectuează încercări care monitorizează procesele de producție și realizează studii de dezvoltare și implementare. Complexul este format din 45 de săli de laborator care conțin peste 1100 de posturi de cercetare. Și Departamentul de Logistică își are aici sediul, departament care este responsabil pentru colectarea de specialitate și transportul probelor.

Până în prezent, în Laboratorul Central se efectuează diverse încercări asupra combustibililor, produselor de petrol și petrochimice, materiilor prime, fluxurilor interoperatoare, lianților bituminoși, apelor de canalizare, reziduurilor.

Domeniul serviciilor prestate de ORLEN Laboratorium este, prin urmare, foarte larg și include, printre altele:

- servicii de laborator în domeniul calificării calității produselor testate,
- servicii de laborator în domeniul controlului calității combustibililor vânduți în benzinării și bazele de depozitare,
- servicii de laborator în domeniul de prelevare profesională a probelor de combustibili, produselor petroliere, apelor, apelor de canalizare, reziduurilor și a altor medii,
- analiza fizico-chimică a combustibililor, biocombustibililor, GPL, uleiurilor de motor, gacilor de parafină, petrolului,
- analiza lianților bituminoși,
- analiza uleiurilor uzate,
- analiza biocomponentelor,
- analizele microbiologice a combustibililor,
- servicii de laborator în domeniul analizelor fizico-chimice a solurilor,
- analiza fizico-chimică a îngrășămintelor,
- analiza fizico-chimică și mecanică a materialelor plastice,
- analiza proceselor de coroziune,

- măsurile concentrațiilor și intensității factorilor nocivi pentru sănătate care apar la locul de muncă,
- evaluările expunerii profesionale a lucrătorilor, necesare pentru estimarea riscului profesional,
- analizele din domeniul protecției mediului,
- colectarea și analizarea probelor prelevate,
- monitorizarea și analiza apelor, a apelor de canalizare, a reziduurilor și a solurilor,
- prestarea de servicii de consultanță tehnică și tehnologică.

Înființarea filialei a fost pentru societatea ORLEN Laboratorium o acțiune enormă, care a necesitat coordonarea multor domenii și mai multe luni de muncă istovitoare. Angajații societății au participat până în prezent la lucrările de proiectare din domeniul tehnologiei locurilor de muncă.



Fig. 12.2. Aparatura de măsurare – vedere generală (foto. ORLEN Asphalt SRL mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium SRL)

Caracteristicile care cu siguranță diferențiază Laboratorul Central din Plock sunt:

- calitate ridicată a aparaturii specializate pentru încercări,
- sistemele de alarmă în caz de incendiu și a riscurilor chimice locale,
- monitorizarea externă și internă,
- echiparea sălilor de laborator cu mobilier specializat de laborator, de exemplu hote care funcționează în modul automat cu funcția de ridicare electrică a panoului și cu sistem de închidere controlată de un senzor de mișcare, cu o cameră mare de lucru, în condiții de siguranță la debit redus de aer,
- sistem complet controlabil și echilibrat de aprovizionare și evacuare a aerului (VAV) energie eficientă și adecvată a eficacității și a funcției de cantitate și a cerințelor analizelor chimice efectuate, care reacționează în mod automat sau manual în situațiile de urgență, adică în timpul depășirii concentrațiilor de substanțe nocive sau inflamabile.

Laboratorul Central care aparține de ORLEN Laboratorium este cel mai mare laborator chimic din Polonia și al șaselea ca mărime dintre laboratoarele din branșă din Europa.

12.2.3. Laboratorul de Prelucrare a Petrolului

Laboratorul de Prelucrare a Petrolului deservește instalația de producție a biturilor și funcționează în structurile ORLEN Laboratorium din anul 2003. Din iulie 2015 acționează în cadrul Laboratorului Rafinăriei, care se află în Laboratorul Central.

Sarcina principală a laboratorului este controlul analitic al proceselor de rafinare cum ar fi: producerea de combustibili, uleiuri, lubrifianți, lianți bituminoși și alte produse obținute în procesul de prelucrare a petrolului.

În imaginile de mai jos este prezentat un exemplu de aparatură modernă de analiză utilizată în timpul încercării lianților bituminoși.



Fig. 12.3. Reometru dinamic de forfecare DSR (foto. ORLEN Asphalt SRL mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium SRL)



Fig. 12.4. Microscop fluorescent cu lampă UV pentru analiza microstructurii biturilor (foto. ORLEN Asphalt SRL mulțumită amabilității ORLEN Laboratorium SRL)

Controlul de laborator a procesului de producție a biturilor se realizează în mod continuu (24/7), iar analizele sunt efectuate conform Graficului de Analize elaborat și aprobat, în conformitate cu cerințele Controlului Producției Întreprinderii. Metodica analizelor lianților bituminoși conține analize efectuate în conformitate cu EN, ASTM și cu metodele proprii. Majoritatea analizelor efectuate sunt incluse în domeniul de acreditare AB 484. În toate analizele efectuate sunt folosite atât încercări cu aparatură extrem de avansată, care permit caracterizarea în profunzime a parametrilor fizico-chimici și reologici, cât și tehnici clasice. Laboratorul de Prelucrare a Petrolului are echipamente complexe și moderne de măsurare, care permit obținerea rezultatelor analizelor cu o foarte mare sensibilitate și precizie.

Laboratorul de Prelucrare a Petrolului care analizează lianții bituminoși, în mod continuu din anul 2004, a obținut confirmarea organismului național de acreditare – Centrul de Acreditare din Polonia pentru deținerea competenței de a efectua analize în cadrul definit în Domeniul de Acreditare AB 484 și îndeplinește cerințele standardului de referință EN ISO/IEC 17025:2005 „Sistemul de Management al Calității în Laboratorul de Cercetare”.

Departamentul de Cercetare și Dezvoltare ORLEN Asphalt colaborează cu ORLEN Laboratorium de la începutul activității sale.

12.3. RESEARCH INSTITUTE OF INORGANIC CHEMISTRY – VÚANCH, A. S.

12.3.1. Informații generale

Al doilea centru de analitică și cercetare care funcționează în cadrul Grupului de Capital ORLEN este laboratorul Research Institute of Inorganic Chemistry – VÚAnCh, care se află în Litvinov în Cehia pe teritoriul rafinăriei Ceska Rafinerska.

Laboratorul chimic VÚAnCh, a.s. a fost fondat în anul 1952. Inițial a funcționat ca un laborator, al cărui direcție principală de activitate au fost analizele din domeniul chimiei analitice și anorganice. În prezent, laboratorul funcționează în cadrul structurii Grupului Unipetrol, unde, din cauza naturii proceselor tehnologice efectuate, activitatea de cercetare a laboratorului a trebuit să fie extinsă la analizele din domeniul chimiei organice, mai ales pentru controlul proceselor petrochimice și de rafinare legate de prelucrarea petrolului.

Datorită finanțării din fondurile Uniunii Europene în anii 2010-2015, laboratorul a fost complet modernizat. În prezent VÚAnCh este cel mai mare și cel mai bine echipat centru de cercetare și dezvoltare din Cehia. Principala activitate a laboratorului este controlul curent ale proceselor efectuate la instalațiile de producție. În plus, centrul de cercetare VÚAnCh participă și coordonează o serie de programe de cercetare și colaborează cu multe instituții de cercetare de prestigiu în domeniul științei și educației.

În prezent, baza tehnică și personalul de laborator permit partenerilor și clienților să colaboreze în următoarele domenii:

- optimizarea proceselor de producție,
- analiza tehnologiei de sinteză a compușilor anorganici primari și / sau speciali,
- analiza tehnologiei de producție a îngrășămintelor,
- eliminarea deșeurilor solide, lichide și gazoase, reciclare,
- sinteza catalizatorilor cu optimizarea proceselor catalitice,
- tehnologia de prelucrare a petrolului – controlul producției și calității printre altele a combustibililor, uleiurilor și bitumurilor.

Laboratorul chimic VÚAnCh a implementat un sistem de management al calității în conformitate cu standardul internațional ISO 9001:2008. Confirmarea că sistemul funcționează în mod corespunzător și în ceea ce privește competența tehnică a angajaților Societății, este rezultatul pozitiv al evaluării efectuate de către auditorii independenți.

Centrul de cercetare VÚAnCh oferă clienților săi o gamă largă de metode acreditate și metode proprii, care includ analize chimice și fizico-chimice a produselor petroliere, petrochimice și altele.

12.3.2. Laboratorul de cercetare – analitică a lianților bituminoși

Laboratorul analitic a lianților bituminoși a fost fondat în anul 1993. Inițial, domeniul de analize efectuate în laborator au inclus numai analizele clasice referitoare la evaluarea conformității bitumurilor produse pe baza cerințelor standardelor cehe și europene.

În anul 2006 s-a început implementarea metodelor moderne de încercare, bazate pe sistemul american *Superpave*, care permit analiza funcțională a lianților bituminoși.

În anii 2010-2015 laboratorul destinat lianților bituminoși a fost supus unei modernizări complete. În prezent, acolo există un echipament modern de analiză, care permite efectuarea analizelor la cel mai înalt nivel.

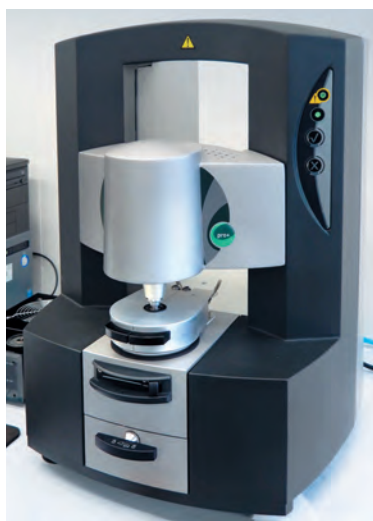


Fig. 12.5. Reometru dinamic de forfecare DSR
foto. ORLEN Asphalt S.R.L. mulțumită amabilității VÚAnCh, a.s.)



Fig. 12.6. Cromatografe de gaz, vedere de ansamblu
(foto. ORLEN Asphalt S.R.L. mulțumită amabilității VÚAnCh, a.s.)

Controlul analitic al procesului de producție al biturilor se desfășoară în mod continuu, astfel încât să poată garanta calitatea produselor finale. Metodologia de testare a lianților bituminoși se bazează pe cerințele standardelor europene, pe baza cărora sunt emise documentele care certifică proprietățile biturilor produse, precum și pe baza cerințelor și directivelor cuprinse în standardele americane ASTM sau AASHTO.

Laboratorul se ocupă și de analizele reologice ale biturilor, de influența diferiților factori asupra proprietăților finale ale lianților bituminoși și optimizarea producției. În laboratoare se găsesc, de asemenea, instalații de testare care ajută la efectuarea analizelor, printre altele, folosind polimeri noi, catalizatori noi în scara de laborator, care apoi, după efectuarea testelor necesare pot fi implementate la scara de producție.

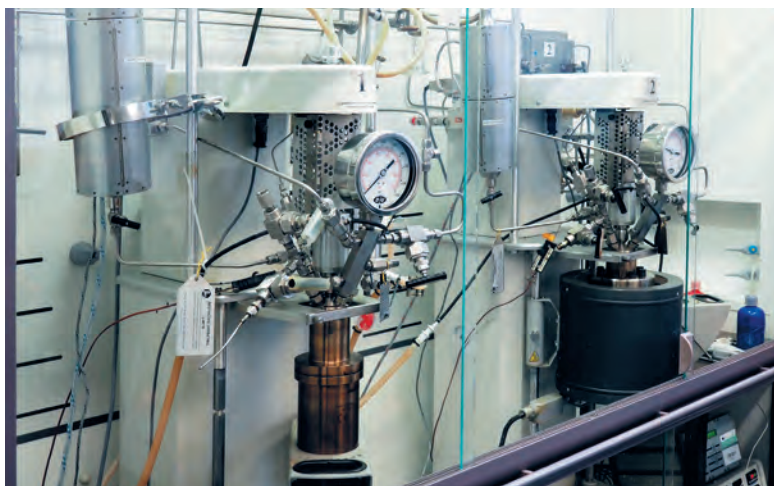


Fig. 12.7. Instalația de test, pentru introducerea probelor de producție în scara de laborator, vedere de ansamblu (foto. ORLEN Asphalt S.R.L. mulțumită amabilității VÚAnCh, a. s.)

Angajații centrului de cercetare VÚAnCh, a.s. colaborează cu mai multe unități științifice din Cehia, participă la proiectele de implementare, de cercetare și dezvoltare. De asemenea, se implică în activități științifice și educaționale, iar rezultatele muncii lor sunt publicate în multe reviste de prestigiu din branșă.

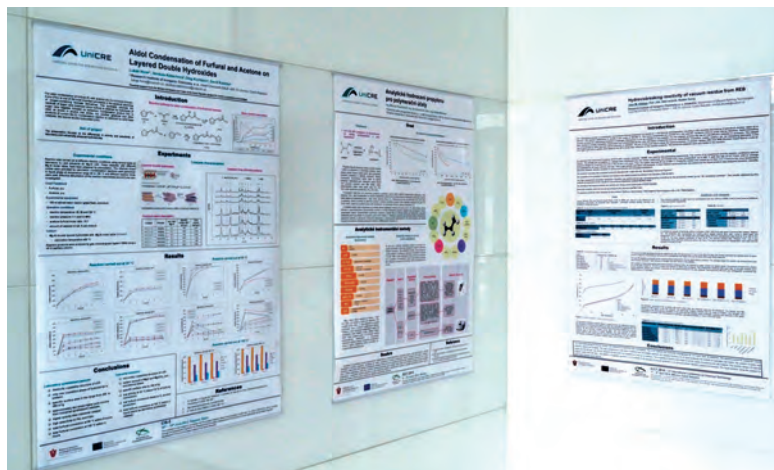


Fig. 12.8. Exemple de publicații ale angajaților Laboratorului VÚAnCh – afișe cu publicații (foto. ORLEN Asphalt S.R.L. mulțumită amabilității VÚAnCh, a. s.)

Departamentul de Cercetare și Dezvoltare ORLEN Asphalt colaborează cu laboratorul VUANCH din anul 2009.

REFERINȚE

- [1] Anderson R. M.; Walker D. E. ; Turner P. A. Low-temperature evaluation of Kentucky performance-graded 70-22 asphalt binders. Annual Meeting of the Transportation Research Board No78 (01/1999) 1999, no 1661 pp. 69-74
- [2] Bahia H.U. et al. Characterization of Modified Asphalt Binders in Superpave Mix Design. National Cooperative Highway Research Program 2001. REPORT 459. ISBN 0-309-06707-3
- [3] Bahia, H.U., and D.I. Hanson. "Survey Report of Modified Asphalt Binder Users, Producers, and Researchers," Project NCHRP 9-10 (*Superpave* Protocols for Modified Asphalt Binders), prepared for the National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C. (February 1997)
- [4] Błażejowski K., Styk S. Technologia warstw asfaltowych. WKŁ 2004
- [5] Wymagani Techniczne GDDKiA „Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych. WT-2 2014 – część I Mieszanki mineralno-asfaltowe”
- [6] CONCAWE: Chemical Safety Report. Part B. „Bitumen’ and „Oxidized Asphalt”
- [7] Development in Asphalt Binder Specifications. Transportation Research Circular E-C147. Transportation Research Board, December 2010, ISSN 0097-8515, pp. 39-40
- [8] Encyklopedia fizyki. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. 1972
- [9] Gawel I., Kalabińska M., Piłat J. Asfalty drogowe. Wydawnictwa Komunikacji I Łączności, wyd.2, 2014
- [10] ust J., Pawłowski K. Systemy oceny zgodności wyrobów budowlanych. Kryteria doboru systemu. Warszawa-Miedzeszyn 2003
- [11] <http://pl.wikipedia.org>
- [12] <http://www.eurobitume.eu/hse>
- [13] http://www.orken-asfalt.pl/informacje_technczne.php
- [14] Kossowicz L., Polskie asfalty naftowe, Kraków 1968, Zjednoczenie Przemysłu Rafinerii Nafty
- [15] Habib N.Z., Kamaruddin I., Napiah M., Tan I.M., Effect of thermoplastic copolymers on microstructure and viscoelastic behavior of bitumen. Proceeding of Malaysian Universities Transportation Research Forum and Conferences 2010 (MUTRFC2010), 21 December 2010, Universiti Tenaga Nasional. ISBN 978-967-5770-08-1
- [16] Physical differentiation between air-rectified and oxidised bitumens. Technical Committee Task Force. Eurobitume, 15.04.2011
- [17] Pośniak M., Makhniashvili I., Kowalska J. (2000), Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w procesach stosowania asfaltów, „Bezpieczeństwo pracy nauka i praktyka” 7-8/2000, Centralny Instytut Ochrony Pracy.
- [18] Raport Bezpieczeństwa Chemicznego przygotowany przez CONCAWE. Część B. „Asfalt utleniony” i „Asfalt destylacyjny”
- [19] Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy
- [20] Schramm G.: „Reologia. Podstawy i zastosowania”, Ośrodek Wydawnictw Naukowych, Poznań 1998
- [21] Szadkowska-Stańczyk I., Analiza wyników badań epidemiologicznych dotyczących ryzyka nowotworowego u pracowników branży asfaltowej i przygotowanie opracowania uwzględniającego opublikowane w 2009 roku przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakim (IARC) wyniki badań w zakresie tej problematyki, Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2010
- [22] Szydłowski C., Judycki J., Badania odporności na pękanie mieszanek mineralno-asfaltowych na próbkach półwałcowych, Drogownictwo 10/2015, pp. 348-353.
- [23] 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
- [24] Soenen H., Ekblad J., Lu X., Redelius P., Isothermal Hardening in Bitumen and in Asphalt Mixes, Proceedings of the 3rd Euroasphalt and Eurobitume Congress, Vienna, May, 2004, vol. 2, pp. 1364-1375
- [25] Hesp S.A.M., Genin S.N., Scafe D., Shurvell H.F., Subramani S., Five Years Performance Review of a Northern Ontario Pavement Trial: Validation of Ontario’s Double-Edge-Notched Tension (DENT) and Extended Bending Beam Rheometer (BBR) Test Methods, Proceedings of the Canadian Technical Asphalt Association, Vol. 54, 2009, pp. 99-126
- [26] Zhao M.O., Hesp S.A.M., Performance Grading of the Lamont, Alberta C-SHRP Pavement Trial Binders, International Journal of Pavement Engineering, Vol. 7, No. 3, September, 2006, pp. 199-211
- [27] Lu X., Isacsson U., Laboratory Study on the Low Temperature Physical Hardening of Conventional and Polymer Modified Bitumens, Construction and Building Materials, No. 14, 2000, pp. 79-88

- [28] Błażejowski K., Olszacki J., Peciakowski H. The influence of functional binder properties on asphalt mixtures performance, XIV-th Romanian National Congress of Roads and Bridges, 2014
- [29] LS-308 „Method of test for determination of performance grade of physically aged asphalt cement using extended beam rheometer (BBR) method”
- [30] Baglieria O., Dalmazzoa D., Baraziaa M., Tabatabaeeb H.A., Bahia H.A., Influence of Physical Hardening on the Low-Temperature Properties of Bitumen and Asphalt Mixtures, SIIV – 5th International Congress – Sustainability of Road Infrastructures, 2012
- [31] Judycki J. Twardnienie fizyczne asfaltów i mieszanek mineralno-asfaltowych oraz jego wpływ na spękania niskotemperaturowe, Drogownictwo 12/2013, pp. 368-373.
- [32] AASHTO TP 70: Standard Method of Test for Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR)
- [33] Anderson R. M. (2011), „Understanding the MSCR Test and its Use in the PG Asphalt Binder Specification”, Asphalt Institute
- [34] Kluttz R., Willis R., Molenaar A., Scarpas T., Scholten E., Fatigue Performance of Highly Modified Asphalt Mixtures in Laboratory and Field Environment, 7th RILEM International Conference on Cracking in Pavements, 2012
- [35] Kluttz, R. Q., Molenaar A., Van de Ven M. F. C., Poot M.R., Liu X., Scarpas A., Scholten E.J., Modified Base Courses for Reduced Pavement Thickness and Improved Longevity. Proceedings of the International Conference on Perpetual Pavement, October, 2009, Columbus, OH.
- [36] Kluttz R. Q., Jellema E., Woldekidan M.F., Huurman M., Highly Modified Bitumen for Prevention of Winter Damage in OGFCs, Am Soc. Civil E., 2013.
- [37] Timm, D., Robbins M., Kluttz R., Full-Scale Structural Characterization of a Highly Polymer-Modified Asphalt Pavement, Proceedings of the 90th Annual Transportation Research Board, Washington, D.C., 2011.
- [38] Timm D.H., Robbins M.M., Willis J.R., Tran N., Taylor A.J., Field and Laboratory Study of High-Polymer Mixtures at the NCAT Test Track. Draft Report, National Center for Asphalt Technology, Auburn University, 2013.
- [39] Timm D., Powell R., Willis J., Kluttz R., Pavement Rehabilitation Using High Polymer Asphalt Mix, submitted for the Proc. 91st Annual Transp. Res. Board, Washington D.C., 2012.
- [40] West R., Timm D., Willis R., Powell B., Tran N., Watson D., Brown R., Robbins M., Vargas-Nordbeck A., Nelson J., Phase IV NCAT Pavement Test Track Findings, Draft Report, National Center for Asphalt Technology, Auburn University, February 2012.
- [41] Willis J., Timm D., Kluttz R., Taylor A., Tran, N. Laboratory Evaluation of a High Polymer Plant-Produced Mixture, submitted for the Assoc. Asphalt Paving Technology, Annual Meeting, Austin, TX, 2012.
- [42] Paczusi M., Przedlacki M., Lorek A. Technologia produktów naftowych, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2015
- [43] Cortizoa M.S., Larsenb D.O., Bianchetob H., Alessandrini J.L., Effect of the thermal degradation of SBS copolymers during the ageing of modified asphalts, Polymer Degradation and Stability, Volume 86, Issue 2, November 2004, pp. 275-282
- [44] Anderson R.M. Understanding the MSCR Test and its Use in the PG Asphalt Binder Specification. Presentation Asphalt Institute, 31 August 2011
- [45] D’Angelo J. New High-Temperature Binder Specification Using Multistress Creep and Recovery. Transportation Research Circular E-C147. Developments in Asphalt Binder Specifications. TRB, December 2010
- [46] Guidance on the Use of the MSCR Test with the AASHTO M320 Specification. Asphalt Institute Technical Advisory Committee, 2 December 2010
- [47] The Multiple Stress Creep Recovery (Mscr) Procedure. Tech Brief US Department of Transportation, Federal Highway Administration, FHWA-HIF-11-038, April 2011
- [48] AASHTO MP19 (*Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder Using Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test*)
- [49] AASHTO M 332-2014 (*Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder Using Multiple Stress Creep Recovery (MSCR) Test*)
- [50] Arabani M., Ferdowsi B. Evaluating The Semi-Circular Bending Test For Hma Mixtures. IJE Transactions A: Basics. Vol. 22, No. 1, February 2009
- [51] Birgisson B., Montepara A., Romeo E., Roncella R. Napier J.A.L., Tebaldi G. Determination and prediction of crack patterns in hot mix asphalt (HMA) mixtures. Engineering Fracture Mechanics 75 (2008) 664–673
- [52] Biligiri K.P., Said S., Hakim H. Asphalt Mixtures’ Crack Propagation Assessment using Semi-Circular Bending Test. Int. J. Pavement Res. Technol. 5(4):209-217

AUTORII GHIDULUI BITUMURILOR



dr. ing. Krzysztof Błażejowski (Ph.D. Civ.Eng.)

Absolvent al facultății de Construcții din cadrul Politehnicii din Varșovia (1992). Autor al multor publicații din domeniul lianților bituminoși și îmbrăcăminților bituminoase. Director al Departamentului de Cercetare și Dezvoltare în cadrul ORLEN Asphalt. În perioada 2011-2015 a fost membru al Secției de Inginerie a Materialelor de Construcții a Academiei de Științe din Polonia. Expert SITK RP în domeniul îmbrăcăminților rutiere. Director al Departamentului de Cercetare și Dezvoltare în cadrul ORLEN Asphalt.



master. ing. Marta Wójcik-Wiśniewska (M.Sc. Chem. Eng.)

Absolventă a Facultății de Chimie din cadrul Politehnicii Sileziene din Gliwice (2011). Se specializează în probleme legate de metodele de testare a lianților bituminoși. O arie de interes adițională este cercetarea din domeniul reologiei și a proprietăților biturilor la temperaturi scăzute. Angajat al Departamentului de Cercetare și Dezvoltare în cadrul ORLEN Asphalt.

Consultant și Referent a ediției românești 2016



Prof. dr. ing. Mihai Iliescu

Absolvent al Facultății de Construcții din cadrul Universității Tehnice din Cluj Napoca (1976), în prezent profesor la Departamentul de Căi ferate, drumuri și poduri al Facultății de Construcții din Cluj Napoca. Discipline predate: Drumuri, Trafic și Siguranța circulației, Autostrăzi, Tehnologii Performante la Drumuri. A publicat, ca singur autor sau în colaborare, 25 cărți și 225 de articole în România și în străinătate. A îndrumat 22 teze de doctorat finalizate, în domeniul drumurilor. Este verificator și expert tehnic al Ministerului Lucrărilor Publice, în domeniul drumurilor.

Coautori ai ediției anterioare a Ghidului Bitumurilor 2013 în limba română



dr. ing. Jacek Olszacki (Ph.D. Civ.Eng.)

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 Cercetare și Dezvoltare în cadrul ORLEN Asphalt în anii 2006-2014. În prezent la PKN ORLEN S.A.



master ing. Hubert Peciakowski (M.Sc. Chem. Eng.)

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 în cadrul ORLEN Asphalt în anii 2008-2014. În prezent la PKN ORLEN S.A.

Departamentul de Cercetare și Dezvoltare (CD)

Este celula de organizare a societății ORLEN Asphalt. Există de la începutul funcționării societății, și anume din 2003. Se ocupă de desfășurarea activităților de cercetare și dezvoltare a lianților bituminoși și a amestecurilor asfaltice, 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 CD se numără brevetele de invenție, medalia de aur la Târgul Internațional de Invenții IWIS 2007 (bitum multigrad BITREX) și premiul Ministerului Științei și Învățământului Superior din Polonia pentru realizări de invenție (2007). În anul 2016 ORLEN Asphalt a obținut premiul Lider în Inovații la concursul Diamantul Infrastructurii Poloneze pentru bitumul înalt modificat ORBITON HiMA dezvoltat de Departamentul de Cercetare și Dezvoltare.

Consultanța tehnică este disponibilă pentru clienții societății la adresa de email: technology@orlen-asfalt.pl

