

Rezumat

Drumurile au reprezentat dintotdeauna un indicator al nivelului de dezvoltare al unei regiuni. În România se preconizează că în anul 2025 se vor construi aproximativ 240 km de autostradă la care se adaugă construcția de drumuri naționale, județene, comunale și sătești precum și modernizarea și reabilitarea celor existente. Un singur kilometru de drum consumă însă foarte multe materii prime iar exploatarea naturii pentru obținerea acestor resurse limitate produce foarte multă poluare.

În ceea ce privește poluarea, cel mai mare poluator din prezent îl reprezintă industria, contaminând mediul atât prin procesele de fabricare a materiilor prime cât și prin producerea de deșeuri. Este cunoscut faptul că industria s-a dezvoltat foarte mult în ultimul secol. Aceasta încercând să țină pasul cu cererea populației care a crescut, a produs mult mai multe materii prime dar și o cantitate mai mare de deșeuri, care a ajuns să ocupe suprafețe tot mai mari de teren.

Lucrarea de față reprezintă o soluție care rezolvă două probleme majore ale societății moderne: construcția de drumuri folosind mai puține resurse naturale și eliberarea spațiilor de depozitare a unui deșeu industrial. Mai exact, se înlocuiesc agregatele naturale din mixturile asfaltice folosite la drumuri cu un deșeu metalurgic, zgura de oțelărie.

În cadrul lucrării se prezintă o serie de informații generale despre zgură și producerea acesteia, un scurt istoric al zgurii, informații despre cantitatea de zgură produsă la nivel internațional și național precum și gradul utilizării acesteia. Ulterior au fost prezentate succint alte lucrări care studiat proprietățile mixturilor asfaltice în care au fost înlocuite parțial sau total agregatele naturale cu zgură de oțelărie. Rezultatele acestora au fost încurajatoare luând hotărârea astfel de a studia și zgurile de oțelărie locale precum și mixturile cu aceste zguri pentru a verifica dacă această soluție este potrivită și în acest caz.

Obiectivul principal al lucrării este verificarea posibilității reciclării zgurii de oțelărie de la Liberty Galați din prezent prin folosirea acestora în mixturile asfaltice ca agregate.

Capitolul 3 al cercetării prezintă proprietățile fizico-chimice, fizice și mecanice ale zgurii de oțelărie de la Galați din prezent.

Capitolul 4 arată prin studii de laborator proprietățile bitumului ce va fi folosit precum și gradul de adezivitate al acestuia la agregatele din zgură de oțelărie de la Galați.

În partea cea mai amplă din cercetare, capitolul 5, este prezentată proiectarea și realizarea în laborator a 4 rețete de mixtură asfaltică reprezentative pentru structura rutieră a unui drum dar și pentru îmbrăcămințile de pe trotuare și anume: BA8, BA16, BAD22,4 și AB22,4. Pentru acestea s-au determinat prin încercări de laborator densitatea aparentă, absorbția de apă, umflarea, stabilitatea Marshall și fluajul. Ulterior pentru mixtura tip BA16 s-a determinat rezistența la deformații permanente (ornierajul) iar pentru mixturile din stratul de legătură și bază s-au făcut încercări pentru a determina fluajul dinamic, modulul de rigiditate și rezistența la oboseală. Pentru mixturile asfaltice tip BA16, BAD22,4 și AB22,4 s-a determinat și unghiul de frecare internă și coeziunea. Toate rezultatele obținute au fost interpretate și comparate cu limitele impuse de normele în vigoare din România.

Ultimul capitol al tezei prezintă concluziile rezultate în urma cercetării arătând cum influențează agregatele din zgura de oțelărie proprietățile mixturilor asfaltice și dacă această metodă de reciclare a zgurii și de economisire a resurselor naturale este sau nu potrivită. Acest capitol expune, de asemenea, contribuțiile pe care acest studiu le aduce comunității academice precum și direcțiile pe care se dorește a se continua cercetarea. În continuare sunt expuse câteva concluzii generale, concluzii obținute în urma studiilor de laborator, contribuții personale dar și direcții viitoare de cercetare.

Concluzii generale

De la dezvoltarea cuptoarelor performante (sfârșitul secolului XIX și secolul XX) oțelul a început să se producă în cantități exponențial mai mari decât în trecut și zgura de oțelărie s-a transformat într-o reală problemă.

În momentul de față China reprezintă țara în care se reciclează cel mai puțin zgura de oțelărie raportat la cantitatea produsă iar țări ca Japonia sau Germania reprezintă state în care se reciclează aproape toată zgura rezultată din producerea oțelului. În Europa se reciclează aproximativ 85% din cantitatea de zgură de oțelărie, jumătate din aceasta fiind folosită în construcția de drumuri. În România cel mai mare producător de oțel din prezent este Liberty Galați având în halde aproximativ 3.600.000 de tone de zgură de oțelărie.

Atât în studii naționale cât și în studii internaționale s-au făcut cercetări asupra unor mixturi asfaltice cărora li s-au înlocuit parțial sau total agregatele clasice cu agregate din zgură de oțelărie, acestea confirmând creșterea performanțelor mixturilor asfaltice cu zgură de oțelărie. Toate studiile spun că proprietățile mixturii sunt puternic influențate de caracteristicile zgurii folosite.

Zgura de oțelărie de la Liberty Galați are în momentul de față un conținut metalic mai mic decât în trecut având proprietăți fizico-chimice, fizice și mecanice conforme pentru un agregat component în mixturile asfaltice.

Concluzii obținute în urma studiilor de laborator

Pentru a putea verifica compatibilitatea zgurilor de oțelărie din prezent de la Liberty Galați în mixturile asfaltice s-au efectuat o serie de încercări de laborator obținându-se următoarele concluzii:

- Adezivitatea bitumului la agregatele din zgură de oțelărie este de 87%;
- Curbele granulometrice ale rețetelor de agregate proiectate pentru mixturile de tip BA8, BA16, BAD22,4 și AB22,4 s-au încadrat între curbele granulometrice superioare și inferioare impuse de AND 605/2016;
- Dozajul de bitum folosit pentru cele 4 tipuri de mixturi a respectat AND 605/2016, fiind peste dozajul minim de bitum impus de acesta;
- Densitatea aparentă determinată pe epruvetele din mixtură asfaltică cu zgură de oțelărie a rezultat în medie cu 0,4 kg/mc mai mare decât densitatea aparentă a mixturilor asfaltice cu agregate clasice;
- Absorbția de apă determinată pe epruvetele din mixturile proiectate anterior se încadrează în limitele impuse de AND 605/2016 pentru fiecare tip de mixtură, cu două excepții. S-a putut observa de asemenea că absorbția de apă variază invers proporțional cu procentul de bitum din mixtură;
- Umflările epruvetelor la menținerea acestora în apă timp de 28 de zile au avut valori mici, sub 2%;
- Raportul dintre stabilitate și fluaj este unul foarte bun toate valorile obținute depășind cu succes valorile impuse de AND 605/2016 pentru acest parametru;
- La ornieraj mixtura tip BA16 a avut rezultate bune putând fi folosită însă numai pe drumuri de clasă tehnică III și IV și străzi de categorie II și III,

adâncimea făgașului depășind cu puțin valoarea maximă a acestui parametru impus de AND 605/2016 pentru drumuri de clasă tehnică I și II și stăzi de categoria I;

- La fluaj dinamic rezultatele obținute pentru mixturi de tip BAD22,4 și AB22 au fost foarte bune rezultând conform normelor în vigoare că aceste mixturi pot fi folosite în straturile de bază și legătură pe toate categoriile de drumuri și străzi;
- În urma determinării modulului de rigiditate la mixturile tip BAD22,4 și AB22,4 s-au obținut rezultate bune pentru mixtura tip AB22,4 aceasta pretându-se în stratul de bază pentru drumuri de clasă tehnică III și IV și străzi de categorie II și III și rezultate foarte bune pentru mixtura tip BAD22,4 aceasta fiind potrivită în stratul de legătură pentru toate categoriile de drumuri și străzi;
- Din punct de vedere al rezistenței la oboseală, rezultatele obținute în urma încercărilor mixturii asfaltice cu zgură de oțelărie tip BAD22,4 și AB22,4 sunt extrem de bune, aceste mixturi fiind potrivite conform AND 605/2016 pe toate categoriile de drumuri și străzi în straturile de legătură și bază;
- Rezultatele obținute pentru aflarea unghiului de frecare și a coeziunii au fost satisfăcătoare doar pentru mixtura tip BA16 la 60°C iar la 22°C doar pentru mixturile tip BAD22,4 și AB22,4.

Contribuții personale

Contribuția principală a tezei o reprezintă evidențierea posibilității reciclării unui deșeu industrial, zgura de oțelărie, prin utilizarea acestuia ca înlocuitor a agregatelor clasice în mixturile asfaltice. Prezenta lucrare a adus, de asemenea, în comunitatea științifică următoarele contribuții:

- Expunerea pe scurt a unui studiu referitor la istoricul zgurii de oțelărie;
- Prezentarea compactă a situației actuale în legătură cu marile cantități de zgură de oțelărie la nivel național și internațional precum și gradul de utilizare a acesteia de mai multe țări din lume;
- Sistematizarea cunoștințelor referitoare la cercetările recente în legătură cu mixturile asfaltice cu zgură de oțelărie;

- Prezentarea proprietăților actuale ale zgurii de oțelărie de la cel mai mare producător de zgură de oțelărie din România din prezent, Liberty Galați;
- Confirmarea unei bune adezivități dintre bitum și zgura de oțelărie;
- Proiectarea a 4 rețete de mixtură asfaltică cu zgură de oțelărie tip BA8, BAP16, BAD22,4 și AB22,4 cu diferite procente de bitum și realizarea acestora în laborator;
- Determinarea densității aparente pe epruvetele realizate din cele 4 rețete de mixtură asfaltică și evaluarea acestora;
- Pentru toate cele 4 rețete de mixtură realizată s-au determinat absorbția de apă și umflarea;
- Cilindrii Marshall din toate cele 4 tipuri de mixturi au fost încercați pentru a li se determina stabilitatea și fluajul;
- Interpretarea rezultatelor la densitatea aparentă, absorbție de apă, stabilitate și fluaj și determinarea procentului optim de bitum în concordanță cu minimele impuse de AND 605/2016;
- S-a determinat rezistența la deformații permanente (ornieraj) pentru mixtura asfaltică tip BA16 proiectată anterior;
- Pentru mixturile asfaltice tip BAD22,4 și AB22,4 s-a determinat rezistența la deformații permanente (fluaj dinamic);
- Determinarea modulului de rigiditate pentru mixturile proiectate și realizate anterior tip BAD22,4 și AB22,4;
- Acelorași mixturi tip BAD22,4 și AB 22,4 le-au fost testate și rezistența la oboseală;
- Realizarea de încercări pentru determinarea unghiului de frecare internă și a coeziunii pentru mixturile asfaltice cu zgură de oțelărie tip: BA6, BAD22,4 și AB22,4;
- Verificarea tuturor rezultatelor obținute în urma încercărilor de laborator pe mixturile asfaltice cu zgură de oțelărie proiectate cu limitele impuse de normele în vigoare;
- Corelarea rezultatelor obținute între diferitele încercări de laborator în vederea obținerii unor concluzii.

Folosirea agregatelor din zgură de oțelărie în mixturile asfaltice rutiere prezintă o serie de avantaje tehnice și economice semnificative atât pentru utilizatori, cât și pentru producători, incluzând diversificarea materialelor utilizate în construcțiile rutiere, reducerea costurilor prin înlocuirea agregatelor naturale, precum și eliminarea haldelor de deșeuri provenite din combinele siderurgice, ceea ce contribuie la protecția mediului înconjurător. De asemenea, aceste agregate permit menținerea capacității portante a drumurilor în parametrii de exploatare, fără a fi influențate negativ în fața factorilor climatici, și diminuează riscul de apariție a deformațiilor permanente datorită stabilității lor la solicitările mecanice și termice. Totodată, datorită texturii specifice, acestea asigură o durabilitate crescută a drumurilor, garantând siguranța și confortul utilizatorilor prin oferirea unei rugozități și rezistențe superioare la derapaj.

Direcții viitoare de cercetare

Direcțiile pe care se dorește a se continua cercetarea sunt următoarele:

- Proiectarea și realizarea unor rețete din mixtură asfaltică cu zgură de oțelărie cu bitumuri modificate cu diferiți aditivi și încercarea acestora în laborator pentru determinarea diferitelor caracteristici fizico-mecanice;
- Continuarea studierii lucrărilor în domeniul utilizării zgurii de oțelărie în mixturile asfaltice;
- Construirea unui sector de probă cu unul sau mai multe straturi din mixtură asfaltică cu zgură de oțelărie și monitorizarea acestuia în timp.