

Gradbeni vestnik • GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE in MATIČNE SEKCIJE GRADBENIH INŽENIRJEV INŽENIRSKO ZBORNICE SLOVENIJE

UDK-UDC 05 : 625; ISSN 0017-2774
Ljubljana, junij 2014, letnik 63, str. 133-152

Izdajatelj:

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), Karlovška cesta 3, 1000 Ljubljana, telefon 01 52 40 200; faks 01 52 40 199 v sodelovanju z **Matično sekcijo gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije (MSG IZS)**, ob podpori **Javne agencije za raziskovalno dejavnost RS, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani in Zavoda za gradbeništvo Slovenije**

Izdajateljski svet:

ZDGITS: **mag. Andrej Kerin**
prof. dr. Matjaž Mikoš
Jakob Presečnik
Dušan Jukić
MSG IZS: **Gorazd Humar**
mag. Črtomir Remec
doc. dr. Branko Zadnik
FGG Ljubljana: **izr. prof. dr. Marijan Žura**
FG Maribor: **doc. dr. Milan Kuhta**
ZAG: **akad. prof. dr. Miha Tomažević**

Glavni in odgovorni urednik:

prof. dr. Janez Duhovnik

Lektor:

Jan Grabnar

Lektorica angleških povzetkov:

Darja Okorn

Tajnica:

Eva Okorn

Oblikovalska zasnova:

Mateja Goršič

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

Kočeovski tisk

Naklada:

3550 izvodov

Podatki o objavah v reviji so navedeni v bibliografskih bazah COBISS in ICONDA (The Int. Construction Database) ter na

<http://www.zveza-dgits.si>

Letno izide 12 števil. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 23,16 EUR; za študente in upokojence 9,27 EUR; za družbe, ustanove in samostojne podjetnike 171,36 EUR za en izvod revije; za naročnike iz tujine 80,00 EUR. V ceni je všteti DDV.

Poslovni račun ZDGITS pri NLB Ljubljana:
SI56 0201 7001 5398 955

Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

1. Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
2. Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
3. Članki (razen angleških povzetkov) in prispevki morajo biti napisani v slovenščini.
4. Besedilo mora biti zapisano z znaki velikosti 12 točk in z dvojnimi presledki med vrsticami.
5. Prispevki morajo vsebovati naslov, imena in priimke avtorjev z nazivi in naslovi ter besedilo.
6. Članki morajo obvezno vsebovati: naslov članka v slovenščini (velike črke); naslov članka v angleščini (velike črke); znanstveni naziv, imena in priimke avtorjev, strokovni naziv, navadni in elektronski naslov; oznako, ali je članek strokoven ali znanstven; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; ključne besede v slovenščini; naslov SUMMARY in povzetek v angleščini; ključne besede (key words) v angleščini; naslov UVOD in besedilo uvoda; naslov naslednjega poglavja (velike črke) in besedilo poglavja; naslov razdelka in besedilo razdelka (neobvezno); ... naslov SKLEP in besedilo sklepa; naslov ZAHVALA in besedilo zahvale (neobvezno); naslov LITERATURA in seznam literature; naslov DODATEK in besedilo dodatka (neobvezno). Če je dodatkov več, so ti označeni še z A, B, C itn.
7. Poglavlja in razdelki so lahko oštevilčeni. Poglavlja se oštevilčijo brez končnih pik. Denimo: 1 UVOD; 2 GRADNJA AVTOCESTNEGA ODSEKA; 2.1 Avtocestni odsek ... 3 ...; 3.1 ... itd.
8. Slike (risbe in fotografije s primerno ločljivostjo) in preglednice morajo biti razporejene in omenjene po vrstnem redu v besedilu prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino.
9. Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
10. Kot decimalno ločilo je treba uporabljati vejico.
11. Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki oglatih oklepajev: (priimek prvega avtorja ali kratica ustanove, leto objave). V istem letu objavljena dela istega avtorja ali ustanove morajo biti označena še z oznakami a, b, c itn.
12. V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela razvrščena po abecednem redu priimkov prvih avtorjev ali kraticah ustanov in opisana z naslednjimi podatki: priimek ali kratica ustanove, začetnica imena prvega avtorja ali naziv ustanove, priimki in začetnice imen drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
13. Način objave je opisan s podatki: knjige: založba; revije: ime revije, založba, letnik, številka, strani od do; zborniki: naziv sestanka, organizator, kraj in datum sestanka, strani od do; raziskovalna poročila: vrsta poročila, naročnik, oznaka pogodbe; za druge vrste virov: kratek opis, npr. v zasebnem pogovoru.
14. Prispevke je treba poslati v elektronski obliki v formatu MS WORD glavnemu in odgovornemu uredniku na e-naslov: janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si. V sporočilu mora avtor napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren.

Uredništvo

Vsebina • Contents

Članki • Papers

stran **134**

Dipl. Ing. Dr. Johannes Steigenberger

AVSTRIJSKE IZKUŠNJE Z BETONSKIMI VOZIŠČI

THE EXPERIENCE ON CONCRETE PAVEMENTS IN AUSTRIA



stran **141**

Špela Kemperle, dipl. inž. grad.

dr. Živa Kristl, univ. dipl. inž. arh.

dr. Mateja Dovjak, dipl. san. inž.

SREDSTVA ZA ODIŠAVLJANJE ZRAKA V NOTRANJIH OKOLJIH IN

MOŽEN UČINEK NA ZDRAVJE LJUDI

AIR AROMATIZATION PRODUCTS IN INDOOR ENVIRONMENTS AND

POTENTIAL IMPACT ON HUMAN HEALTH

Razpis

stran **152**

Nagrade IZS 2014

Novi diplomanti

Eva Okorn

Koledar prireditev

Eva Okorn

Slika na naslovnici: Izvedba pripravljalnih del za HE Brežice, foto Jovan Golijan

AVSTRIJSKE IZKUŠNJE Z BETONSKIMI VOZIŠČI

THE EXPERIENCE ON CONCRETE PAVEMENTS IN AUSTRIA

Dipl. Ing. Dr. Johannes Steigenberger

steigenberger@voezfi.at

Raziskovalni institut VÖZ (Združenje avstrijske cementne industrije)

A - 1030 Wien, Reisnerstraße 53, Avstrija

Strokovni članek¹

UDK 613.63:697.94

Povzetek | V Avstriji se je gradnja betonskih cest v glavnem osredotočila na ceste višjega ranga, kot so hitre ceste in avtoceste, kjer to zahtevajo na eni strani velik porast predvsem težkega prometa in na drugi strani prizadevanja za povečanje prometne varnosti. Betonske ceste moderne generacije ponujajo optimalno rešitev: visoko nosilnost in odpornost proti preoblikovanju (ni kolesnic), manj pogosto in manj obsežno vzdrževanje in s tem manj zastojev zaradi gradbišč. V urbanem okolju se betonska vozišča gradijo predvsem na avtobusnih postajališčih, pasovih za avtobusni promet in križiščih. Dodatne prednosti betonskih vozišč so varnost v primeru požara, manjše emisije hrupa, visoka odpornost proti drsenju in svetlost površine. Realna pričakovana življenjska doba pravilno dimenzioniranih in skladno z modernimi smernicami zgrajenih betonskih vozišč je 40 let.

Ključne besede: beton, betonska vozišča, ceste, avtoceste, hitre ceste, trajnostni razvoj, sestava betona, zahteve za beton, predori, krožišča, agregati, življenjska doba.

Summary | Construction of concrete roads in Austria focused primarily on high-level roads as highways and expressways, where strong increase of heavy traffic as well as the requirements for the improvement of traffic security demand such material. The concrete roads of modern generation offer an optimal solution: high load bearing capacity and deformation resistance (no ruts), longer maintenance intervals and therefore fewer sites and lower maintenance requirements. In urban areas, the concrete construction application is used mainly for bus stops, bus lanes and at intersections. Additional advantages of concrete pavements are safety in case of fire, noise-reducing properties, high grip and brightness. For properly sized concrete roads, constructed according to the most advanced concepts, the renewal intervals of 40 years are quite realistic.

Key words: concrete, concrete pavements, roads, highways, expressways, sustainable development, concrete composition, concrete requirements, tunnels, roundabouts, aggregates, life cycle.

1 • UVOD

Prvo betonsko vozišče, izvedeno po postopku izpostavljenih zrn agregata, z manjšo emi-

sijo hrupa in višjim odporom proti drsenju, je bilo v Avstriji zgrajeno leta 1990. Danes

tovrsten način gradnje predstavlja standardni način gradnje na vseh cestah višjega ranga, istočasno pa se vse bolj uveljavlja v urbanem okolju. Raziskave (Haberl, 2005) potrjujejo trajnost tovrstnih vozišč: betonska površina, izvedena po postopku izpostavljenih zrn

¹ Predavanje na strokovnem posvetu Beton in trajnostna gradnja, Betonska vozišča, 16. oktobra 2013, v GZS v Ljubljani, ki so ga organizirali SLOCEM, Združenje slovenske cementne industrije, ZBS Združenje za beton Slovenije in GZS Zbornica gradbeništva in industrije gradbenega materiala. Prevod dr. Aljoša Šajna, univ. dipl. inž. grad., ZAG, Zavod za gradbeništvo, in mag. Dejan Zwitter, Salonit Anhovo.

agregata, manjših od 8 mm, tudi po več kot 10-letni uporabi izgubi le malo svojih protihrupnih lastnosti.

V Nemčiji je bila gradnja betonskih vozišč po tehnologiji izpostavljenih zrn agregata predpisana kot standard leta 2006, v letu 2008 pa so prvo betonsko vozišče po avstrij-

skem vzoru zgradili tudi v ZDA. Pričakovati je, da bodo zaradi gospodarnosti betonska vozišča v prihodnosti še pridobivala pomen. Betonska vozišča vse bolj izstopajo predvsem zaradi svojih trajnostnih lastnosti, kot so po eni strani manjši stroški v celotni življenjski dobi, reciklabilnost, manjše emi-

sije škodljivih delcev, manjše emisije hrupa, manjša poraba energije, po drugi strani pa druge koristi, kot so večja prometna varnost, udobje vožnje, nižji stroški vzdrževanja zasebnih avtomobilov, manjša poraba goriva ter manj zastojev zaradi daljših intervalov vzdrževalnih in obnovitvenih del.

2 • GRADNJA IN OBNOVA AVTOCEST

Betonska vozišča imajo v Avstriji dolgo in neprekinjeno tradicijo. Že desetletja ne mine leto brez novega betonskega vozišča (slika 1). Na probleme in razvoj, ki jih prinaša praksa, znajo hitro odgovoriti ter s prilagajanjem predpisov in smernic slediti razvoju tehnike.

Betonska vozišča so s stališča nosilnosti, raznosa obtežbe, odpora proti drsenju, svetlosti, majhne obrabe in odpora proti preoblikovanju primerna za vse vozne površine. Za ceste višjega ranga (hitre ceste in avtoceste), kjer beležimo hiter porast predvsem težkega prometa, predstavljajo zaradi prometne varnosti, varstva okolja in gospodarnosti optimalno rešitev.



Slika 1 • Generalna obnova in razširitev vozišča Vösendorf–Južna avtocesta A2, 2005 (Vir: VÖZ)

3 • OSNOVNA NAČELA GRADNJE

Avstrijske smernice za betonska vozišča RVS 03.08.63, Oberbaubemessung (FSV, 2008) za najbolj obremenjene ceste (razred S z 18 do 40 milijoni prehodov) predvidevajo naslednjo sestavo voziščne konstrukcije:

- 25 cm beton (nosilni in obrabni sloj)
- 5 cm asfalt
- 20 cm cementna stabilizacija ali 45 cm nevezan nosilni sloj

V Avstriji betonska vozišča niso armirana, so pa mozičeni vzdolžni in prečni stiki (FSV, 2007). Za višje obremenitve je debelino betona treba povišati na 28 cm, za prometne obremenitve nad 80 milijonov prehodov vozil pa je vozišče treba posebej dimenzionirati. Za zagotavljanje napovedane življenjske dobe vozišča je treba veliko pozornost posvetiti dimenzioniranju debeline betonskega vozišča, minimalnim debelinam, nedoseganju

dimenzionirane debeline se je treba izogibati. Realna pričakovana življenjska doba pravilno dimenzioniranih in skladno z modernimi smernicami zgrajenih betonskih vozišč je 40 let (Litzka, 2003).

Na življenjsko dobo betonskega vozišča ne vpliva samo debelina betona, ampak tudi drugi pogoji izvedbe, kot so izvedba delovnih stikov, odvodnjavanje, erozijska obstojnost, kakovost podlage itd. (Litzka, 2003). Nova avstrijska betonska vozišča imajo praviloma zatesnjene delovne stike. Dodatno naj ustrezno odvodnjavanje podlage zagotavljajo na najnižjih točkah v asfaltno podlago vrezkani drenažni profili.

4 • SESTAVE BETONA IN ZAHTEVE ZA BETON

Poleg tlačne in upogibne trdnosti se za beton za vozišča zahteva ustrezna odpornost proti obrabi, proti zmrzovanju brez in ob prisotnosti soli, homogenost proizvodnje, manjša hrupnost, ustrezen odpor proti drsenju idr.

Za proizvodnjo betona je predpisan cement CEM II ...S trdnostnega razreda 32,5 ali 42,5

((ÖN, 2000), (ÖN, 2002)). Upogibna trdnost pri starosti 28 dni, izmerjena po EN 196-1 (ÖN, 1995), mora znašati najmanj 7 MPa. Finost cementa, določena kot specifična površina (po Blaine), mora biti manjša od 4000 cm²/g, začetek vezanja pri 20°C pa ne sme biti krajši od 120 min.

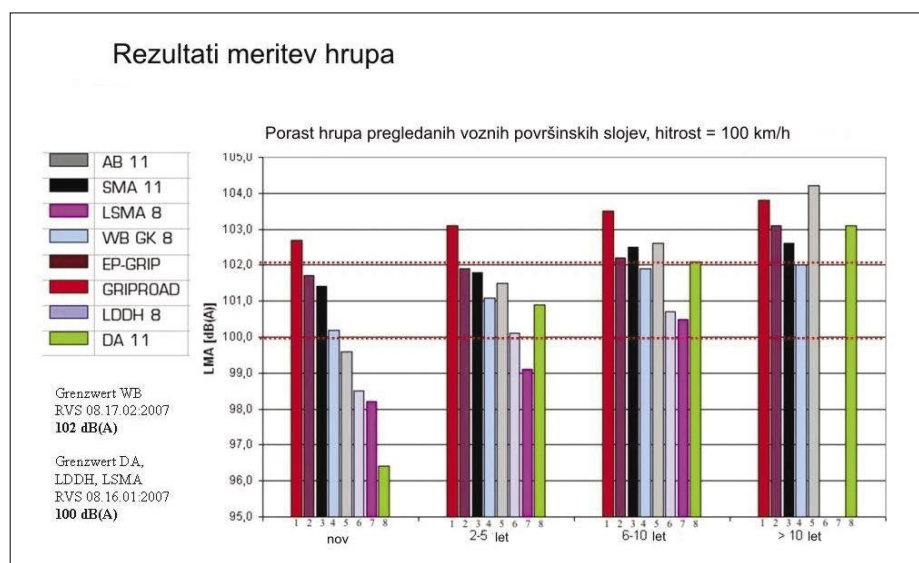
Kakovosten, proti obrabi in zmrzovanju obstojen agregat se zaradi zmanjševanja stroškov uporablja le za pripravo obrabnega sloja betona. Nosilni beton je lahko iz lokalnih, cenovno ugodnejših agregatov ali iz recikliranega betona, običajno iz starega betonskega vozišča. Beton za oba sloja je aeriran.

Podrobnejše smernice za sestavo betonov (količina cementa, vsebnost por itd.) so podane v smernici RVS 08.17.02 (FSV, 2007).

5 • STRUKTURA POVRŠINE

Površina betonskega vozišča se v Avstriji izvaja po postopku izpostavljenih zrn agregata. Ta postopek, ki zagotavlja manjšo hrupnost in boljši odpor proti drsenju, se uspešno uporablja že od leta 1990.

Danes površina z izpostavljenimi zrni agregata predstavlja standarden način izvedbe, ki se je uveljavil tudi na betonskih voziščih v urbanem okolju. Zadnje raziskave (Haberl, 2005) potrjujejo dobro dolgoročno obnašanje, in sicer trajno zmanjšanje hrupnosti tovrstnih površin: površine z izpostavljenimi zrni zrnovitosti pod 8 mm tudi po 10-letni prometni obremenitvi izkazujejo praktično enake učinke zmanjšanja hrupa (slika 2), v posameznih primerih pa se je hrupnost sčasoma celo zmanjšala (Haider, 2009).



Slika 2 • Hrupnost povoznih površin različnih starosti



Slika 3 • Obnesla se je tudi gradnja v urbanem okolju

6 • BETONSKA VOZIŠČA V PREDORIH

Pri konstruiranju in gradnji predorov se upoštevajo najvišji prometnovarnostni vidiki. Kot posledica vrste hudih požarov v predorih

v zadnjih letih je leta 2001 izdana smernica RVS 09.01.23 (FSV, 2001b) predpisala, da morajo biti vozišča v predorih dolžine nad

1000 m obvezno betonska. Od leta 2011 sta zopet dovoljeni obe vrsti vozišč.

7 • BETONSKA KROŽIŠČA

V vzhodni Avstriji se tudi vse več krožišč izvede z betonskim voziščem. Izvedba v betonu je uspešna, če je debelina vozišča pravilno

dimenzionirana in če je izvedba kakovostna. Za betonska krožišča so bila leta 2006 izdana prva priporočila Kreisverkehrsanlagen mit

Betonfahrbahndecke za izvedbo betonskih krožišč (FSV, 2006), dve leti kasneje pa še smernica RVS Kreisverkehre mit Betonfahrbahndecke (FSV, 2008).

8 • WHITE TOPPING

Na asfaltnih voziščih, na mestih stoječega prometa (krožišča, avtobusna postajališča), se v poletnem času pogosto formirajo kolesnice. Popravilo kolesnic zahteva zamenjavo debelejših slojev asfalta, pogosto pa se kljub sanaciji kolesnice ponovno oblikujejo.

Z inovativno tehniko je možno tvorbo kolesnic uspešno trajno odpraviti: asfaltno podlago v debelini 10 cm se odrezka, nato se skrbno očisti površina in odstranjeni asfalt nadomesti z visokokakovostnim betonskim slojem, tako da nastane dobra povezava. Taka rešitev, imenovana White Topping, izrablja nosilnost ohranjene nosilne asfaltna podlage, tanjši obrabni sloj betona pa preprečuje nastanek novih kolesnic.

Ta, v ZDA že uveljavljeni postopek gradnje se je v Avstriji prvič uporabil leta 1997 (na območju podjetja Pittel & Brausewetter na Dunaju, industrijskem kompleksu družbe Lafarge Perlmooser GmbH v Mannersdorfu, in v mestnem središču Hartberga, Štajerska, ter leta 2006 na mejnem prehodu Berg, Nižja Avstrija) (slika 6).

Ta tehnologija je bila medtem uspešno uporabljena tudi pri sanaciji površinske poškodbe betonskega vozišča na avtocesti A1 (2011/2012).



Slika 6 • White Topping, testno polje Berg, Nižja Avstrija (Vir: VÖZ)

9 • BETON V RURALNEM OKOLJU

Tudi na manj obremenjenih cestah in poteh ruralnega okolja je možno smiselno in ekonomično graditi betonska vozišča.

V začetku osemdesetih let, začevši na Štajerskem, Zgornji in Spodnji Avstriji, so se betonska vozišča začela graditi tudi v ruralnem okolju (VÖZ, 1982). Kot glavna razloga se navajajo zelo nizki stroški vzdrževanja in dolga življenjska doba. Ta vozišča, ki so bila zgrajena z drsnimi opažnimi finišerji ali s predelanimi asfaltnimi finišerji, so izpolnila vsa tehnična in druga pričakovanja.

Leta 2012 so bila izdana priporočila za gradnjo betonskih poti.

Danes beton pri gradnji podeželskih cest predstavlja že znaten delež. Tudi danes se po ca. 1 m široka betonska trakova gradi s finišerji. Betonske poti pa izpolnjujejo tudi vse visoke okoljevarstvene zahteve v občutljivih naravovarstvenih območjih.



Slika 7 • Gradnja s finišerjem (Vir: ISTU, arhiv)



Slika 8 • Poljska pot v Horitschonu, Gradiščanska (Vir: VÖZ)

10 • GOSPODARNOST BETONSKIH VOZIŠČ

V Avstriji izbor materiala za voziščno konstrukcijo poteka na osnovi makroekonomskih kriterijev ob upoštevanju življenjske dobe, razpoložljivosti in potrebnih vzdrževalnih posegov (Breyer, 2004). Gospodarnost uporabe betonskih vozišč se kaže v večji prometni varnosti, manjših zastojih zaradi obnovitvenih del in daljši življenjski dobi. Te prednosti betonskih vozišč pa pridejo do izraza le, če je betonsko vozišče pravilno načrtovano in dimenzionirano ter kakovostno zgrajeno.

Makroekonomska analiza upošteva trajnostnost gradnje in vzdrževanja ter prijaznost do uporabnika. Ocenjevanje teh kriterijev naj bo opravljeno transparentno, po enakih, če je možno standardiziranih procesih. Običajne analize primerjave stroškov in koristi ponujajo ustrezna orodja za tovrstne ocene. Tako je npr. možno korist za investitorja določiti na osnovi ocene celostnih stroškov življenjskega cikla konstrukcije, korist za naravo je reciklabilnost, zmanjšanje porabe naravnih surovin kakor

tudi nižje emisije hrupa in varčevanje goriva, korist za uporabnika pa so prometna varnost, višje udobje vožnje, nižja poraba goriva in manj zastoj zaradi obnovitvenih del.

10.1 Kriteriji odločanja za investitorja

Z objavo smernice Analiza gospodarnosti zgornje voziščne konstrukcije RVS 03.08.71 Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von Oberbaukonstruktionen im Strassenbau, (FSV1, 2001a) je Avstrija pripravila ustrezno orodje za oceno stroškov življenjskega cikla različnih voziščnih konstrukcij. Metoda investicijskega izračuna omogoča investitorju tudi določanje stroškov za definirano časovno obdobje. Po-

leg tega so vsebovani tudi nastavki za ugotavljanje stroškov, ki bremenijo uporabnike.

Izkušnje kažejo, da je za najbolj obremenjene ceste (povprečno nad 8000 težkih vozil na dan) betonsko vozišče nesporno prava odločitev. Na mestih počasnega težkega prometa ali na mestih pogostega zaviranja in pospeševanja težkih vozil je tudi pri manjših prometnih obremenitvah izbira betonskega vozišča ekonomsko upravičena. Sem spadajo npr. območja vzponov, križišč, avtobusnih postajališč ali pasov za avtobusni promet. Dunaj, kjer se delež betonskih vozniških površin stalno povečuje, je dober primer upravičenosti gradnje betonskih vozišč v urbanem okolju.

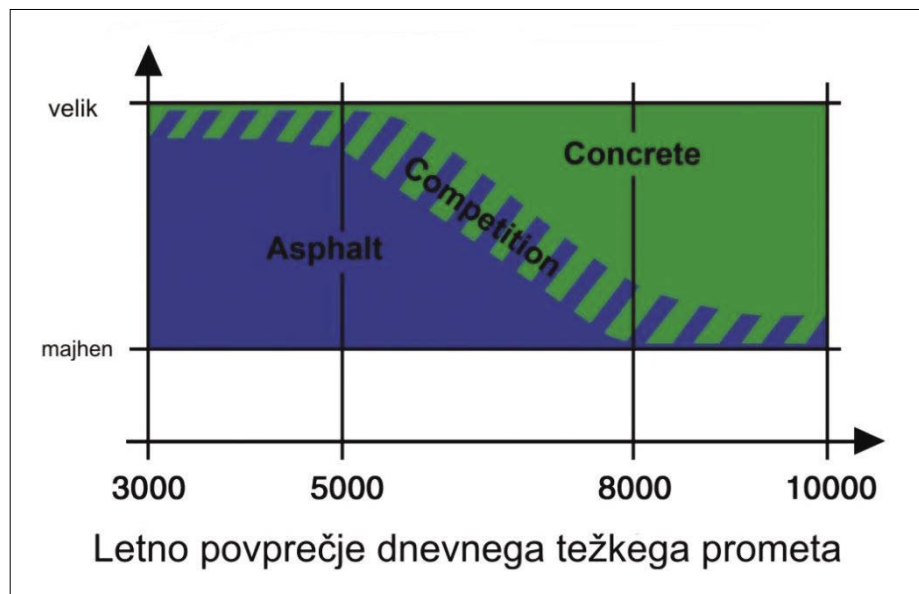
Slika 9 shematsko prikazuje območja upravičenosti gradnje betonskih in asfaltnih vozišč v odvisnosti od prometne obremenitve ter deleža cest s počasnim težkim prometom. V primeru presečnega območja se mora za dotično gradbišče odločitev sprejeti na osnovi makroekonomskih kriterijev in konkurenčne primerjave tržnih cen.

Absolutno pravilne izbire ni. Izbor voziščne konstrukcije vedno predstavlja neki kompromis. Betonska vozišča so ekonomsko upravičena in konkurenčna za ceste s težko prometno obremenitvijo, če so koncipirane za 40- do 50-letno življenjsko dobo in izvedene tako, da v prvih 15 do 20 letih ne potrebujejo praktično nobenega vzdrževanja. Pri gradnji betonskih vozišč se je treba zavedati, da sta proizvodnja in vgradnja betona relativno zahtevna procesa. Beton ne dopušča napak in površnosti. Napake in pomanjkljivosti vodijo k manjvrednosti, ki se pogosto dajo le nezadovoljivo odpraviti. To postavlja visoke zahteve glede strokovnega znanja in skrbnosti vseh udeležencev.

10.2 Ekonomski vidiki

Mednarodni strokovni posvet Makroekonomski vidiki betonskih vozišč 2005 (Breyer, 2006)) je pokazal, da mora trajnostna in celostna analiza betonskih vozišč poleg diskusije o materialnih in načinu izvedbe vozišča upoštevati socialne, ekonomske in okoljske vidike gradnje betonskih vozišč, ki zahtevajo dolgoročno vizijo. Makroekonomske koristi nekega vozišča je možno oceniti in ovrednotiti na osnovi analize celotnih stroškov življenjskega cikla ter analize koristi (analiza stroškov in koristi) ter na osnovi pravnih predpisov in pogodbenih obveznosti, okoljskih prednosti in prednosti za uporabnike cest.

Za strateško in makroekonomsko ovrednotenje investicij pa se ponuja analiza uporabne vrednosti (analiza stroškov in koristi). Ob



Slika 9 • Shema za odločanje o izbiri nosilnega in obrabnega sloja

tem se upoštevajo vsi pomembni cilji, kot so makroekonomski in regionalni pomen, korist za uporabnike cest in krajane. Da bi omogočili primerjavo rezultatov analiz, se priporoča standardizacija tega procesa. Ovrednotenje ciljev in kriterijev zniža subjektivnost in napačne interpretacije izsledkov. Poleg diskontirane vrednosti in ovrednotenja koristi se pri analizi uporabne vrednosti priporočata ekološka sprejemljivost in morebitna tveganja ob izvedbi projekta kot dodatna kriterija.

Pri izbiri nosilnega in obrabnega sloja cestišča so pomembni tudi določanje intervalov vzdrževanja in določitev obdobja, ki se analizira, pa seveda tendenca naraščajoče prometne obremenitve. Čeprav je načeloma treba za vsak primer posebej pripraviti primerjalni izračun stroškov in uporabne koristi, ti izračuni kažejo naslednje značilnosti: gradnja betonskega cestišča je ekonomsko upravičena pri visokem deležu težkega prometa, pri visokem deležu počasnega prometa kakor tudi pri poljskih in gozdnih poteh z nizko prometno obremenitvijo. Poleg tega v specialnih primerih, kot so cestišča v predorih, odstavne površine za težki promet in krožišča. Zakonski predpisi zapovedujejo upoštevanje makroekonomske gospodarnosti v čedalje večjem obsegu. Gre predvsem za vprašanje, kaj zakoni nalagajo investitorju in kakšno stanje cest mora zagotavljati. Zaradi daljše časovne uporabnosti betonskih cestišč brez potrebnih vzdrževalnih posegov se na dolgi rok dosega dodatna prednost: neomejena razpoložljivost cest in pozitiven učinek na prihodke iz cestninjenja.

10.3 Okoljski vidiki

Ne samo na področju stroškov, tudi z okoljskega vidika imajo betonska cestišča prednosti. Reciklabilnost betona je pomemben dejavnik pri ovrednotenju trajnosti. Na ta način se varčuje z naravnimi surovinami, saj je mogoče koristiti material starega betonskega cestišča in iz njega ustvariti ponovno visokokakovostno cestišče. Tudi naravna pokrajina se ščiti, saj niso potrebna odlagališča, in obremenitev zaradi prevozov (do- in odvoz) se omeji na minimalni ravni in s tem se zmanjšajo tudi emisije.

10.4 Socialni vidiki

Zelo pomemben argument je varnost. V Avstriji že 15 let uveljavljeno betonsko vozišče, izvedeno po postopku izpostavljenih zrn agregatov, dosega odpor proti drsenju, ki ga uporabniki cest danes pričakujejo kot samoumevnega. Ravnost cestišča tako v prečni kot tudi vzdolžni smeri je varnostna in udobnostna značilnost, ki se v določeni meri pozitivno odraža pri porabi goriva. Posebna ugodnost je, da pri betonskih cestiščih ne nastanejo kolesnice. Še premalo pa so raziskani pozitivni učinki svetlejših površin cestišča, ki jih velja prištevati k socialni trajnosti.

Makroekonomsko korist nekega vozišča je mogoče ovrednotiti le ob skupnem upoštevanju in tehtanju vseh navedenih vidikov – ekonomskih, socialnih in ekoloških – tako za investitorja kot za uporabnika cest in okolje, in to ob predpostavki trajne uporabnosti.

11 • LITERATURA

- Breyer, G., Entscheidungskriterien für den Bau von Betonfahrbahndecken in Österreich, Vortrag bei der 1. Konferenz »Betonfahrbahnen 2004« in Slavkov, CZ, 2004.
- Breyer, G., Steigenberger J., Betondecken aus volkswirtschaftlicher Sicht, Wien, 2006.
- Haberl, J., Litzka, J., Bewertung der Nahfeld-Geräuschemission österreichischer Fahrbahndeckschichten, Reihe Strassenforschung des BMVIT, Heft 554, p. 63, Wien, 2005.
- Haider, M., Lärmtechnisches Verhalten von Waschbetonoberflächen, BMVIT Straßenforschung, Heft 583, Wien, 2009.
- Klinke, H., Rischer, M., Steigenberger, J., 12-Stunden-Beton, Reparaturarbeiten an der A 23 jetzt noch schneller, Zement und Beton, Heft 3, 2002.
- Litzka, J., Dimensionierung von Betondecken – Bemessungssicherheit und Life-Cycle-Costs, Betonstrassen 2003, Vortragsveranstaltung 22, Zement und Beton, Mai 2003.
- Merkblatt »Kreisverkehrsanlagen mit Betonfahrbahndecke«, ÖVBB, Wien, 2006.
- FSV, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße–Schiene–Verkehr, Merkblatt RVS 08.17.03, Kreisverkehre mit Betonfahrbahndecke, Wien, www.fsv.at, Oktober 2008.
- ÖN, Österr. Normungsinstitut, ÖNORM EN 196-1, Prüfverfahren für Zement, Teil 1, Bestimmung der Festigkeit, , Wien, Juli 1995.
- ÖN, Österr. Normungsinstitut, ÖNORM EN 197-1, Zement – Teil 1, Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement, Wien, Dezember 2000.
- ÖN, Österr. Normungsinstitut, ÖNORM B 3327-1, Zemente gemäß ÖNORM EN 197-1 für besondere Verwendungen, Teil 1, Zusätzliche Anforderungen, Wien, Jänner 2002.
- FSV, Österr. Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr, RVS 03.08.71 (RVS 2.21), „Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von Oberbaukonstruktionen im Straßenbau, Wien, Mai 2001a.
- FSV, Österr. Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr, RVS 09.01.23 (9.234), „Projektierungsrichtlinien für Tunnel, Bauliche Gestaltung, Innenausbau, Wien, September 2001b.
- FSV, Österr. Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr, RVS 08.17.02, Betondecken, Deckenherstellung, 2007.
- FSV, Österr. Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr, RVS 03.08.63, Oberbaubemessung, 2008.
- Steigenberger, J., Noch kürzere Reparaturzeiten mit dem 12-Stunden-Beton, Aktuelles zum Thema Betonstraßen, update, 2/2003.
- Steigenberger, J., Macht, J., Krispel, S., White Topping – Erfahrungen von einer Versuchsstrecke, Straßenbautechnisches Seminar, ISTU, Vortragsmanuskript, 2007.
- VÖZ, Verein der Österr. Zementfabrikanten, Wegebau mit Beton, Broschüre, Wien, 1982.

SREDSTVA ZA ODIŠAVLJANJE ZRAKA V NOTRANJIH OKOLJIH IN MOŽEN UČINEK NA ZDRAVJE LJUDI

AIR AROMATIZATION PRODUCTS IN INDOOR ENVIRONMENTS AND POTENTIAL IMPACT ON HUMAN HEALTH

Špela Kemperle, dipl. inž. grad.

Ljubljanska cesta 29 b, Velenje

dr. Živa Kristl, univ. dipl. inž. arh.

zkristl@fgg.uni-lj.si

dr. Mateja Dovjak, dipl. san. inž.

mdovjak@fgg.uni-lj.si

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Jamova 2, Ljubljana

Znanstveni članek

UDK 613.63:697.94

Povzetek | V notranjih prostorih se danes uporabljajo sredstva za odišavljanje zraka, med katera prištevamo osvežilce zraka in eterična olja. V bivalnih prostorih se sredstva za odišavljanje zraka uporabljajo za prekritje neprijetnih vonjav, v javnih objektih pa se v zadnjem času uveljavljajo tudi za dvig storilnosti zaposlenih. Namen članka je s sistematičnim pregledom literature preučiti vrste sredstev za odišavljanje zraka v stavbah in posredno oceniti možne učinke na zdravje uporabnikov. Prve študije o učinkih naravnih eteričnih olj na organizem so se pojavile v začetku devetdesetih let prejšnjega stoletja in dokazale, da ima izpostavljenost vonjavam naravnih eteričnih olj številne pozitivne učinke na organizem. Vendar pa nekatere vonjave naravnih eteričnih olj lahko vsebujejo potencialno alergene snovi in tvorijo zdravju škodljive sekundarne onesnaževalce zraka. Posebno problematični so osvežilci zraka, ki imajo lahko negativen učinek na zdravje uporabnikov. Ti se najpogosteje odražajo kot draženje dihalnih poti, astma, slabost, glavoboli in s številnimi drugimi simptomi. Če prostorov ne prezračujemo dovolj, sredstva za odišavljanje zraka le odpravijo ali prekrijejo neprijeten vonj, kakovost zraka pa ostane bolj ali manj nespremenjena oziroma se celo poslabša. Za izboljšanje kakovosti notranjega zraka so zato potrebni celoviti ukrepi na ravni učinkovitega prezračevanja, odstranitvi možnih virov onesnaževanja in varno uporabo sredstev za odišavljanje. Vonjave naravnih eteričnih olj naj se uporabljajo le ob poznani sestavi, upoštevajoč značilnosti uporabnikov, varnostna opozorila in navodila varne uporabe.

Ključne besede: odišavljanje, osvežilci zraka, eterična olja, zdravje, udobje, razpoloženje, storilnost

Summary | Nowadays air aromatization products are often used in indoor environments, among which air fresheners and essential oils are widely accepted. In residential buildings, these products are used to reduce the concentration of unpleasant odours and in public buildings to increase the working efficiency. The purpose of this paper is to systematically review the literature in order to examine the types of air aromatization products in buildings and indirectly assess the potential impact on the health of users. The first studies on the effects of natural essential oils on the human organism have emerged in the early 1990ies and showed that exposure to natural essential oils have many positive effects. However, some natural essential oils may contain potential allergens and form

harmful secondary air pollutants. Especially problematic are air fresheners that may have adverse health effects, such as respiratory irritation, asthma, nausea, headaches and many other symptoms. If rooms are not enough ventilated, the aromatization of air only masks the unpleasant odour, but air quality remains more or less unchanged or even worse than it was. To improve the indoor air quality it is therefore necessary to use a set of measures, such as effective ventilation, the removal of potential sources of pollution and the safe use of products. Fragrances of natural essential oils should only be used when their composition is known, taking into account the specifics of occupants, safety warnings, and the instructions for safe use.

Key-words: aromatization, air fresheners, essential oils, health, comfort, mood, productivity.

1 • UVOD

Z izrazom onesnaženost zraka definiramo situacijo, v kateri so snovi antropogenega izvora v koncentracijah, ki so dovolj nad normalnimi okoljskimi nivoji, da povzročajo nezaželene merljive učinke pri ljudeh, živalih, vegetaciji ali materialih ((Bizjak, 2007), (EPA, 2013), (WHO, 2013)). V preteklosti je bil izraz onesnaženost zraka omejen le na kakovost zunanjega zraka, v današnjem času pa se nanaša tudi na kakovost notranjega zraka (delovno, bivalno okolje, notranjost prevoznih sredstev). Zunanji zrak je podvržen številnim naravnim čistilnim sistemom, ponorom (Bizjak, 2007), kot so depozicija, mokro odstranjevanje, absorpcija, kemijske reakcije na določenih površinah, pretvorbe v atmosferi, transport v stratosfero, kar pa ne velja za notranji zrak. Visoka zrakotesnost stavbnega ovoja, nezadostno prezračevanje in številni viri naravnega in antropogenega izvora pogosto povzročijo, da je kakovost notranjega zraka slabša od kakovosti zunanjega. Razmerja med notranjimi in zunanjimi koncentracijami onesnaževalcev zraka pogosto presežejo vrednosti 1 ((Derham, 1974), (Milner, 2004), (Diapouli, 2008)).

Ker ljudje v razvitih državah v povprečju preživimo 90 % časa v stavbah, je kakovost notranjega zraka zelo pomembna (EPA, 2012). Viri onesnaževanja zraka v stavbah so lahko zunanji ali notranji, naravnega ali antropogenega nastanka ((EPA, 1994), (Bizjak, 2007), (CDC, 2012), (WHO, 2013)). Med najpogostejše vzroke za slabšo kakovost notranjega zraka prištevamo zastarele in nepravilno zasnovane sisteme za ogrevanje, hlajenje in prezračevanje, emisije iz gradbenih proizvodov in opreme, uporabo čistil in dru-

gih izdelkov za splošno uporabo, prisotnost tobačnega dima in bioefluentov pri uporabi (EPA, 1994), (Bizjak, 2007), (CDC, 2012), (EPA, 2013), (WHO, 2013)). Slabša kakovost notranjega zraka predstavlja enega od glavnih vzrokov za nezadovoljstvo uporabnikov v stavbah in je pomemben dejavnik sindroma bolnih stavb (SBS). Izraz SBS se je prvič pojavil v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja z razvojem energetske bolj učinkovite stavbe, ki imajo vgrajene mehanske sisteme za nadzor vlažnosti, temperature in kroženja zraka ((EPA, 1991), (Redlich, 1997)). Čeprav so vzroki SBS znani že več kot tri desetletja, je v nekaterih primerih gradnja nizkoenergijskih in pasivnih stavb situacijo le še poslabšala (Krainer, 2008).

Da bi se izboljšala kakovost zraka, se običajno poslužujemo necelestnih rešitev (Dovjak, 2013). Za znižanje koncentracije motečih vonjav večina uporabnikov stavb uporablja sredstva za odišavljanje zraka. Mednje prištevamo eterična olja in osvežilce zraka (izdelki, ki prikrivajo neprijeten vonj v prostorih) (IVZ, 2009). Sredstva za odišavljanje notranjega zraka pogosto le odpravijo ali prekrijejo neprijeten vonj, kakovost zraka pa ostane enaka oziroma se celo poslabša. Žal z »maskiranjem« oziroma prekrivanjem neprijetnih vonjav ne odpravimo prvotnega vzroka za slabo kakovost zraka.

Če je kakovost zraka v stavbi dobra, z dajanjem nekaterih vonjav lahko izboljšamo odzivnost uporabnikov. Študije ((Hudson, 1996), (Moss, 2003), (Kutlu, 2008)) navajajo, da imajo različne vonjave naravnih eteričnih olj dokazan pozitiven učinek na razpoloženje in storilnost ljudi. Uvedba vonjav v delovno

okolje z namenom dviga storilnosti zaposlenih je znana že dolgo. Ena prvih stavb, v kateri so za dvig kreativnosti in produktivnosti svojih zaposlenih v delovno okolje dovajali različne prijetne in stimulativne vonjave, je bila leta 1989 stavba Kajima Corporation Intelligent Building v Tokiu na Japonskem. Naravne arome imajo danes velik potencial tudi v kombinaciji z avtomatskimi sistemi nadzora in kontrole notranjega okolja ((Dovjak, 2006), (Košir, 2012)). Dovjakova (Dovjak, 2006) je navedla npr. možnost uvedbe odišavljanja zraka v sistem individualiziranega prezračevanja na ravni letalskega sedeža, omenjeno pa se lahko uporabi tudi v delovnih okoljih. Poudarila je, da je pred uvedbo sistema odišavljanja treba preučiti značilnosti uporabnikov.

Stimulirajoč učinek vonjav proizvajalci osvežilcev zraka s pridom izkoriščajo v komercialne namene. Kot vsaka kemična snov, ki jo razpršujemo v bivalno/delovno okolje, imajo osvežilci zraka lahko negativen učinek na zdravje ljudi, ki v teh prostorih so ((Matura, 2005), (Singer, 2006), (Cohen, 2007), (Zock, 2007), (IVZ, 2009)). Učinek je odvisen od vrste izdelka, njegove sestave, pogostosti uporabe, časa izpostavljenosti in značilnosti posameznika (Yassi, 2001).

Namen članka je s sistematičnim pregledom študij preučiti razširjenost uporabe sredstev za odišavljanje zraka in posredno oceniti možen učinek na uporabnike. V članku bodo predstavljeni osvežilci zraka in njihove alternative, vonjave naravnih eteričnih olj. Predstavljeni bodo kemijski opis tipičnih sestavin, ki jih ti vsebujejo, zakonodajni okvir, možen pozitiven in negativen učinek na uporabnike, definirane bodo mejne vrednosti koncentracij sestavin v zraku. Na osnovi ugotovitev bomo izdelali priporočila, ki vključujejo ukrepe za izboljšanje kakovosti notranjega zraka in varno uporabo sredstev za odišavljanje zraka.

2 • METODA

Sistematični pregled literature smo opravili v iskalnih bibliografskih in faktoografskih bazah podatkov, kot so Science direct, Pub Med, Cobiss, Dimdi, Eric, Biosis, Espacenet, The Internet Public Library, Toxinet, Medical Dictionary Online, Keminfo, Chemfinder, Hazardous Chemical Database, Organic Compounds Database, ChemExper, NIST Chemistry Web Book. Relevantne vire literature smo iskali na spletnih naslovih World Health Organization (WHO), European Commission, International Labour Organization (ILO), Center for Disease Control

and Prevention (CDC), Research Institute for Fragrances, Eurostat, Uradni list EU, Uradni list RS, Ministrstvo za zdravje RS, Ministrstvo za delo, družino, socialne zadeve in enake možnosti RS. Iskalni niz besed je bil izdelan v slovenščini in angleščini: »osvežilci zraka IN zdravje«, »vonjave ALI arome IN storilnost ALI razpoloženje«, »eterična olja IN zdravje«, »aromaterapija IN zdravje«, »air freshener AND health«, »aroma AND productivity and mood«, »essential oils AND health«, »aromatherapy AND health«. V pregled smo vzeli relevantno

literaturo, objavljeno med letoma 1974 in 2013. Meje vrednosti smo iskali na spletnih naslovih Environmental Protection Agency (EPA), World Health Organization (WHO), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Occupational Safety and Health Administration (OSHA).

Z obširnim pregledom literature smo preučili razširjenost uporabe sredstev za odišavljanje zraka (osvežilci zraka, eterična olja) ter posredno ugotavljali možen učinek, ki jih imajo na uporabnike. Na osnovi ugotovitev bomo izdelali priporočila, ki vključujejo ukrepe za izboljšanje kakovosti notranjega zraka v povezavi z varno uporabo osvežilcev zraka.

3 • TEORETIČNO OZADJE

3.1 Fiziologija vonja in zgodovinski pomen vonjav

Vonj je fiziološki občutek, ki nastane tako, da se aromatične molekule raztopijo v sluzi, aktivirajo se kemoreceptorji v nosni sluznici, informacije se prenesejo v vohalne predele možganske skorje (povezave z predelom odgovornim za čustvovanje) ((Bresjanac, 1999), (Doty, 2001), (Spors, 2002)). Vonjave so zmes različnih plinastih snovi, ki so običajno prisotne v nizkih koncentracijah. Če je vonj intenziven in neprijeten, je lahko moteč in celo zdravju škodljiv ((Bizjak, 2007), (CDC, 2012)).

Kadila in dišave človeštvo uporablja že tisočletja – za verske in duhovne obrede kot tudi za odišavljanje zraka in prekrivanje neprijetnih vonjav. Egipčani so uporabljali mošuse in druge naravne materiale za odišavljanje grobnic. V Aziji ljudje uporabljajo v svojih domovih naravna kadila, ki jih izdelujejo iz dišečih rastlin, smol, korenin in drugih snovi (SD, 2012). Ta praksa postaja vse bolj priljubljena tudi v zahodnih državah. Čiste esence na oljni osnovi, ki se pridobijo iz rastlin, se uporabljajo v aromaterapiji. Aromaterapija pomeni kakršnokoli uporabo eteričnih olj, ki koristi posamezniku (Devereux, 1995), in predstavlja pomembno disciplino komplementarne in alternativne medicine (Hunt, 2010). Osvežilci zraka, v oblikah, kot jih poznamo danes, so se začeli uporabljati šele leta 1948 (IVZ, 2009). Ker osvežilci zraka odišavijo zrak v prostoru in prikrijejo neprijetne vonjave,

je njihova uporaba zelo razširjena. Izredno povečano uporabo je mogoče zaslediti v času božiča in novega leta.

3.2 Naravna eterična olja za odišavljanje notranjega zraka

Naravna eterična olja, ki se uporabljajo za odišavljanje notranjega zraka, so eterična olje cvetov sivke (*Lavandula angustifolia* Mill.), eterično olje plodov limonovca (*Citrus limon* L.), eterično olje listov rožmarina (*Rosmarinus officinalis* L.), eterično olje iz lubja cimetovca (*Cinnamomum zeylanicum* Nees), eterično olje rimske kamilice (*Chamaemelum nobile* L.), eterično olje osrednjega dela lesa santalovca (*Santalum album* L.), eterično olje borove iglice (*Abies sibirica*) in druga. Vsebujejo naravne aromatične molekule in imajo dokazane številne fiziološke, farmakološke in psihološke učinke (Stefliitsch, 2008). Vnos esenc na splošno je možen preko inhalacije, dermalne aplikacije, intraperitonealno, subkutano ali oralno (Orafidiya, 2004). Vnos esenc na oljni osnovi pa je možen z inhalacijo ali preko kože (masaža). Eterična olja vsebujejo od 20 do 200 različnih kemijskih sestavin (Kuštrak, 2005). Sestavine eteričnih olj glede na funkcionalne skupine v molekuli so alkani, alkeni (npr. terpeni, kot so limonen in pinen v eteričnem olju sivke in limone), alkini, alkoholi (npr. linalol v eteričnem olju sivke, limone, rožmarina), fenoli (npr. evgenol, safrol v eteričnem olju cimeta), aldehidi (citril v eteričnem olju limonine trave), ketoni

(npr. kafra, cinel v eteričnem olju rožmarina), kisline, etri, estri (npr. geranil acetat, lavandulil acetat, linalil acetat v eteričnem olju sivke) in laktoni (Kuštrak, 2005).

Zdravilni učinki olj so predvsem odvisni od vrste eteričnega olja in od načina njegove uporabe. V članku se bomo osredotočili na učinke, ki so posledica uporabe eteričnih olj kot sredstev za odišavljanje prostorov. Eterična olja za odišavljanje prostorov se lahko razpršijo v zrak z izparilnikom, v vlažilcih zraka ali razpršilcih, in tako olajšajo simptome pri številnih boleznih in pomagajo blažiti številne zdravstvene težave (preglednica 1). Pri odmerkih je treba upoštevati navodila varne uporabe in navodila strokovnjaka. Posebna previdnost je potrebna pri občutljivih, kot so otroci, nosečnice, starostniki, astmatiki, ljudje s kroničnimi obolenji dihal, pri katerih je večja verjetnost za pojav negativnih učinkov ((Pahlow, 1987), (Devereux, 1995), (RIFM, 2013), (Essentialoils, 2013), (Kuštrak, 2005)). Na primer: eterično olje limone in eterično olje borove iglice lahko pri občutljivih posameznikih povzročata draženje in preobčutljivost kože. Eterično olje cimeta vsebuje cimetov aldehid in evgenol, ki lahko povzročata draženje sluznic, visoki odmerki pa lahko povzročijo tudi krče. Številna eterična olja se v času nosečnosti odsvetuje (npr. eterično olje borove iglice, cimeta, rimske kamilice, rožmarina) (Devereux, 1995). Eterično olje rožmarina ni primerno za ljudi z epilepsijo ali visokim krvnim tlakom (Devereux, 1995).

Vrsta bolezni/zdravstvena težava/ duševno stanje	Eterično olje
Bolečine in težave	
glavobol	bazilika, kamilica in sivka
migrena	bazilika, sivka, rožmarin, poprova meta
Infekcija	
katar	kadila
infekcije prsnega koša	jasmin, mira in bor
prehladi	cimetov list
infekcija nosu	evkaliptus
Mišični krči	
astma	cipresa, jasmin, sivka, majaron, melisa, rožmarin
akutni bronhitis	bergamotovo olje FCF, evkaliptus, kadilo, sivka, majaron, rožmarin, sandalovina
kašelj	cipresa, evkaliptus, sivka, sandalovina
Motnje apetita	
pomanjkanje apetita	bergamotovo olje FCF, kamilica, janež, ingver
čezmerni apetit	bergamotovo olje FCF, janež
Motnje pri dihanju	
zamašen nos/katar	cedrovina, cipresa, evkaliptus, kadilo, poprova meta, bor, sandalovina
Poporodna depresija	
poporodna depresija	muškatna kadulja
Vročina	
vročina	bazilika, evkaliptus, navadni brin, sivka, limona, pomaranča, poprova meta, rožmarin, melalevka
Nihanje v krvnem tlaku	
visok krvni tlak	kamilica, sivka, majaron, neroli, vrtnica
Napetost	
napetost	kamilica, sivka, majaron, melisa, rožmarin
Splošna izčrpanost	
slaba vitalnost	muškatna kadulja, geranija, citronelka, melisa, petitgrain, vrtnica
ledvične motnje	geranija
Depresija	
melanholija	bazilika, jasmin
letargija	evkaliptus, navadni brin, citronela, pomaranča, poprova meta, rožmarin
nemir	bergamotovo olje FCF, kamilica, muškatna kadulja, jasmin, sivka, majaron, neroli, vrtnica, sandalovina, ylang-ylang
inercija	cimetov list, ingver
Anksioznost	
živčnost	cipresa, sivka, neroli, sandalovina
visok krvni tlak	kamilica, sivka, neroli, majaron, vrtnica, ylang-ylang
razdražljivost	bergamotovo olje FCF, kamilica, muškatna kadulja, jasmin, sivka, majaron, neroli, vrtnica, sandalovina, ylang-ylang
napetost	benzojevec, cedrovina, geranija, sivka, melisa, petitgrain, ylang-ylang
Stres	
živčna napetost	bergamotovo olje FCF, benzojevec, kamilica, sivka, majaron, neroli, sandalovina
hormonsko neravnovesje	kamilica, geranija, sivka, vrtnica
nespečnost	kamilica, muškatna kadulja, sivka, majaron, neroli, sandalovina, ylang-ylang
vznemirjenost	bergamotovo olje FCF, kamilica, muškatna kadulja, jasmin, sivka, majaron, neroli, vrtnica, sandalovina

Preglednica 1 • Uporaba eteričnega olja v obliki sredstva za odišavljanje prostorov za lajšanje simptomov glede na vrsto bolezni/zdravstveno težavo/
duševno stanje (Devereux, 1995)

3.3 Oblike osvežilcev zraka in kemijski opis glavnih sestavin

Za odišavljanje notranjega zraka se lahko uporabljajo osvežilci v obliki sveč, sprejev, potpurijev, gelov in izdelkov, ki oddajajo vonj pod vplivom toplote (IVZ, 2009). Poleg njihove uporabe v bivalnih in delovnih prostorih so zelo razširjeni v prevoznih sredstvih (v obliki dišečih smrečic, parfumskih stekleničk in v številnih drugih oblikah).

Neodvisna testiranja različnih institucij dokazujejo, da veliko osvežilcev zraka vsebuje škodljive kemikalije, ki so lahko nevarne za zdravje ljudi ((Zock, 2007), (Cohen, 2007), (Lamorena, 2008), (IVZ, 2009), (WHO,

2013)). Glavne sestavine osvežilcev zraka so etanol, benzil alkohol, formaldehid, kafra, mošus, ftalati, terpeni (D-limonen, α -pinen), VOC (toluen, stiren). Izpostavljenost navedenim sestavinam ima lahko za posledico številne akutne (posledica kratkotrajne izpostavljenosti) in kronične (posledica dolgotrajne izpostavljenosti) učinke na zdravje ((WHO, 2006), (EP, 2008), (IVZ, 2009), (WHO, 2013), (NIST, 2011), (ILO, 2013)). Vnos sestavin je možen preko oči, kože, z zaužitjem in inhalacijo. Sestavine, ki so običajno prisotne v osvežilcih zraka, so v Uredbi (ES) št. 1272/2008 razvrščene v razrede nevarnosti, in sicer etanol – vnetljiva tekočina

kategorije 2 (Flam. Liq. 2); benzil alkohol – akutna toksičnost kategorije 4 (Acute Tox. 4*), formaldehid – kancerogen kategorije 3 (Carc. Cat. 3), mošus ksilen – kancerogen kategorije 3 (Carc. Cat. 3) in eksploziv kategorije 1.1. (Expl. 1.1), kancerogen kategorije 2 (Carc. 2); ftalatna estra DEHP – toksičen vpliv na reprodukcijo kategorije 2 (Repr. Cat. 2); ftalatna estra-DBP in -BBP – toksičen vpliv na reprodukcijo kategorije (Repr. Cat. 2), toksičen vpliv na reprodukcijo (Repr. Cat. 3); D-limonen – vnetljiva tekočina kategorije 3 (Flam. Liq. 3), draži kožo, kategorija 2 (Skin Irrit. 2), povzroča preobčutljivost kože, kategorija 1 (Skin Sens. 1).

4 • ZAKONSKE ZAHTEVE IN PRIPOROČILA ZA DOSEG KAKOVOSTI NOTRANJEGA ZRAKA

Vertikalni in horizontalni pravni okvir, ki se nanaša na kakovost notranjega zraka stavb, vključuje mednarodne pravne akte s področja gradbenih proizvodov (EP, 2011) in splošne varnosti proizvodov ((EP, 1999), (EP, 2001), (EP, 2006)); nacionalne pravne akte s področja prezračevanja in klimatizacije stavb (RS, 2002) ter splošne varnosti proizvodov in predmetov splošne rabe ((RS, 2003), (SFRJ, 1983)); priporočila in standarde (CR, 1998).

Uredba (EU), št. 305/2011, o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov definira, da morajo biti gradbeni objekti kot celote in njihovi posamezni deli primerni za predvideno uporabo, pri čemer je treba zlasti upoštevati zdravje in varnost udeleženih ljudi v celotni življenjski dobi teh objektov. Poleg navedenega morajo gradbeni objekti ob običajnem vzdrževanju izpolnjevati osnovno zahtevo št. 3, Higiena, zdravje in okolje. Zahteva pravi, da skozi celoten življenjski cikel stavbe ne sme biti ogrožena higiena ali zdravje, preprečeno mora biti sproščanje strupenih plinov in emisij nevarnih snovi, hlapnih organskih spojin (VOC) v zraku v zaprtih prostorih.

Zahteve za kakovost notranjega zraka so definirane v Pravilniku o prezračevanju in klimatizaciji stavb (RS, 2002). Zrak v prostoru mora biti svež in prijeten, brez vonjav in ne sme ogrožati zdravja ljudi v prostoru (7. člen). Pravilnik tudi predpisuje maksimalne dovoljene koncentracije zdravju škodljivih snovi v notranjem zraku stavb, npr. 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

za VOC in 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za formaldehid, ki predstavljata tipične sestavine sredstev za odišavljanje zraka (9. člen), (CR, 1998). Priporočene mejne vrednosti v standardu CR 1752: 1998 znašajo za formaldehid 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 8 mg/m^3 (24 h) za toluen in 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 h) za stiren (VOC). Predpisane in priporočene mejne vrednosti za druge izbrane sestavine, ki so običajno prisotne v sredstvih za odišavljanje zraka, so navedene tudi v dokumentih (ACGIH, 2007), (NIOSH, 2010) in (OSHA, 2011). Glavnina mejnih vrednosti je podana za delovna okolja in zaščitijo v večji meri le delovno aktivno prebivalstvo.

Direktiva 2001/95/ES o splošni varnosti proizvodov zahteva, da so vsi proizvodi, ki so dani na trg, varni za potrošnike. Varen proizvod po direktivi pomeni vsak proizvod, ki pri uporabi v normalnih in razumno predvidljivih razmerah, vključno z dobo uporabe, ne predstavlja nevarnosti za zdravje. Pri tem se upoštevajo lastnosti proizvoda, njegova sestava, etiketiranje z navedbo podatkov o proizvodu, z opozorili, navodili za uporabo in odstranjevanje ter vrste potrošnikov. Varnost proizvodov je treba presojati z vseh vidikov, zlasti glede na skupine potrošnikov, ki so lahko posebno ranljive ob nevarnostih proizvodov. Za izpolnjevanje zahtev direktive so odgovorni tako proizvajalci kot distributerji. Države članice morajo za vsak nevaren proizvod zahtevati, da je označen s primernimi, jasno zapisanimi in lahko razumljivimi opozorili o morebitnih nevarnostih. Poleg tega morajo države članice za vsak proizvod,

ki lahko ogroža nekatere skupine prebivalstva, odrediti, da so pravočasno in primerno obveščene o nevarnostih, vključno z objavami posebnih opozoril.

Uredba (ES) 1907/2006 o registraciji, evalvaciji, avtorizaciji in omejevanju kemikalij (REACH) določa dolžnosti in obveznosti proizvajalcev, uvoznikov in nadaljnjih uporabnikov snovi kot takih, snovi v pripravkih ali snovi v izdelkih. Zaradi zagotavljanja visoke ravni zaščite zdravja ljudi in okolja se smejo proizvajati, dajati v promet ali uporabljati le takšne snovi in izdelki, ki nimajo neugodnega učinka na zdravje ljudi ali okolje. Določbe uredbe temeljijo na načelu previdnosti. Uredba vpeljuje tudi obveznost obveščanja med državami članicami EU. V EU velja sistem hitrega obveščanja v EU o nevarnih izdelkih za splošno uporabo, RAPEX-sistem (Rapid Alert System for non-food dangerous products).

Sredstva za odišavljanje zraka spadajo med pripravke (to so zmesi ali raztopine, sestavljene iz dveh ali več snovi), ki morajo biti ustrezno razvrščeni, pakirani in označeni. Konkretna zahteva glede označevanja so navedene v Direktivi 1999/45/ES in Uredbi (ES) št. 1272/2008. Direktiva 1999/45/ES v zvezi z razvrščanjem, pakiranjem in označevanjem nevarnih pripravkov zahteva, da morajo biti sredstva za odišavljanje zraka ustrezno označena z opozorilnimi stavki in varnostnimi napotki. V Uredbi (ES), št. 1272/2008, o razvrščanju, označevanju in pakiranju snovi ter zmesi pa je navedeno, da je treba zagotoviti vse informacije o vseh nevarnih snoveh, ki sestavljajo zmesi. Snov ali zmes, razvrščena kot nevarna, mora biti opremljena z etiketo, ki vključuje vse elemente, ki so navedeni v uredbi.

Zahteve EU glede varnosti proizvodov so direktno prenesene v pravni okvir RS. V RS je v veljavi Zakon o splošni varnosti proizvodov (RS, 2003), ki opredeljuje pogoje, ki jih morajo izpolnjevati proizvodi, da so lahko

dani na trg, določa obveznosti proizvajalcev in distributerjev. V preteklosti je bilo to področje natančneje urejeno z Zakonom o zdravstveni neoporečnosti živil in predmetov

splošne rabe (SFRJ, 1978) ter Pravilnikom o pogojih glede zdravstvene neoporečnosti predmetov splošne rabe, ki smejo v promet (SFRJ, 1983), ki danes ne veljata več.

5 • PREGLED ŠTUDIJ

5.1 Učinki vonjav naravnih eteričnih olj na uporabnike v notranjih okoljih

Možni pozitivni učinki: Prve študije o učinkih naravnih eteričnih olj na organizem so se pojavile v začetku devetdesetih let. Glavnina študij dokazuje, da ima izpostavljenost vonjavam naravnih eteričnih olj številne pozitivne učinke na organizem. Pozitivni učinki so bili dokazani tako pri populaciji zdravih ljudi (odrasli, študentje, starostniki) kot pri bolnikih. Učinki so bili odvisni predvsem od vrste eteričnega olja in načina izpostavljenosti.

Moss s sodelavci (Moss, 2003) je na populaciji zdravih ljudi (prostovoljci, starejši od 18 let) ugotovil, da imajo vonjave eterična olja sivke in rožmarina učinek na kognitivne sposobnosti in razpoloženje. Študija je vključevala 140 ljudi, ki so bili naključno razporejeni v tri skupine (1. skupina – izpostavljeni vonjavam eteričnega olja sivke; 2. skupina – izpostavljeni vonjavam eteričnega olja rožmarina; 3. skupina – kontrolna skupina, neizpostavljeni). Pred izpostavljenostjo in po njej so z vprašalnikom ugotavljali učinek vonjav eteričnih olj na kognitivne sposobnosti (spomin, koncentracija) in razpoloženje. Rezultati so pokazali, da je izpostavljenost vonjavam eteričnega olja sivke upočasnila delovni spomin, znižala sposobnost koncentracije, podaljšala odzivne čase za opravljanje nalog, ki zahtevajo visoko stopnjo pozornosti, v primerjavi s kontrolno skupino. Pri skupini, ki je bila izpostavljena vonjavam eteričnega olja rožmarina, so ugotovili izboljšanje spomina ter poslabšanje hitrosti pomnjenja v primerjavi s kontrolno skupino. Tako v kontrolni skupini kot v skupini, ki je bila izpostavljena vonjavam eteričnega olja sivke, so ugotovili nižjo stopnjo pozornosti v primerjavi s skupino, ki je bila izpostavljena vonjavam rožmarina. Podobno študijo je opravil tudi kasneje (Moss, 2008). Preučeval je učinek vonjav eteričnega olja poprove mete in ylang-ylanga. Ugotovil je, da poprova meta okrepi spomin in poveča budnost, medtem ko ga ylang-ylang poslabša, podaljša pa hitrost pomnjenja, zmanjša budnost in občutno poveča umirjenost telesa.

Učinek na organizem ni odvisen le od vrste eteričnega olja, temveč tudi od načina izpostavljenosti. Moss s sodelavci (Moss, 2010) je preučeval vpliv izpostavljenosti eteričnega olja žajblja (*Salvia officinalis*, *Salvia lavandulaefolia*) na kognitivne sposobnosti in razpoloženje zdravih ljudi (študentov). 135 zdravih so razdelili na tri skupine (po 45 ljudi; izpostavljeni eteričnemu olju *S. officinalis*, eteričnemu olju *S. lavandulaefolia* in neizpostavljeni), ki so opravljale različne naloge. Rezultati študije so pokazali, da je bil v primerjavi s kontrolno skupino spomin boljši v skupini, ki je bila izpostavljena vonjavam *S. officinalis*. Učinki žajblja, ki nastanejo kot posledica vnosa z inhalacijo eteričnega olja, so podobni kot pri oralnemu vnosu, vendar je skupno število povzročenih učinkov dosti manjše.

Pomirjajoč učinek sivke je bil dokazan tudi v *in-vivo* pogojih, v izobraževalnih ustanovah. Kutlu (Kutlu, 2008) je s prospektivno študijo proučeval učinek vonjav eteričnega olja sivke na stopnjo stresa med izpitom. Študija je bila opravljena na 95 študentih, od tega je bilo 50 študentov izpostavljenih vonjavam sivke med opravljanjem izpita in 45 kontrolnih (neizpostavljeni). Ugotovili so, da je bila stopnja stresa pri študentih, ki so bili med izpitom izpostavljeni vonjavam eteričnega olja sivke, nižja v primerjavi s kontrolno skupino.

Aromaterapija ima pomembno vlogo v komplementarni medicini, zato je vpeljana tudi v nekatera bolnišnična okolja. Soltani (Soltani, 2013) je opravil prospektivno klinično študijo, v kateri so preučevali učinek vonjav eteričnega olja sivke na stopnjo bolečine pri pediatričnih bolnikih. V študijo je bilo vključenih 48 bolnikov, ki so prestali odstranitev mandljev (starost šest do dvanajst let). Po operaciji so vsi bolniki prejeli analgetike, vonjavam eteričnega olja sivke je bila izpostavljena le kontrolna skupina. Rezultati študije so dokazali, da je izpostavljenost vonjavam eteričnega olja sivke znižala uporabo analgetikov v kontrolni skupini v primerjavi z neizpostavljeno skupino.

Pomirjajoč učinek eteričnega olja sivke je bil dokazan tudi pri populaciji starejših bolnikov, ki so bili podvrženi kronični utrujenosti, slabši mišični koordinaciji, disartriji ter težavam s pozornostjo (Hudson, 1996). Rezultati te študije so dokazali, da vonjave eteričnega olja sivke izboljšajo učinkovitost procesa spanja in imajo pozitiven učinek na aktivnost bolnikov med terapijo.

Pozitiven učinek aromaterapije z eteričnim oljem sivke kot učinkovite metode za znižanje bolečine je bil dokazan tudi na drugih skupinah ljudi. Bagheri-Nesami (Bagheri-Nesami, 2013) je opravil randomizirano kontrolno klinično študijo, v katero je bilo vključenih 92 hemodializnih bolnikov. Avtorji študije so ugotavljali učinek izpostavljenosti vonjavam eteričnega olja sivke na stopnjo bolečine kot posledico vboda z iglo. Izpostavljena skupina je vdihavala vonjave eteričnega olja sivke (desetodstotna koncentracija, pet minut med tremi hemodilazami), kontrolna skupina pa ni bila izpostavljena vonjavam. Rezultati so pokazali, da je bila stopnja zaznave bolečine v izpostavljeni skupini manjša kot v kontrolni skupini.

Matsumoto (Matsumoto, 2013) je dokazal, da ima izpostavljenost vonjavam eteričnega olja sivke (*Lavandula angustifolia*) pozitiven učinek na blaženje predmenstrualnih simptomov, saj vpliva na aktivnost parasimpatičnega živčnega sistema. V randomizirani študiji je bilo vključenih 17 žensk (20,6 +/- 0,2 leta) z blagimi do močnimi predmenstrualnimi bolečinami. Izpostavljena skupina je bila izpostavljena vonjavam eteričnega olja sivke, kontrolna skupina pa aromaterapiji z vodo. Že po desetminutni izpostavljenosti vonjavam eteričnega olja sivke se je povečala aktivnost parasimpatičnega živčnega sistema in predmenstrualni simptomi so se, v primerjavi s kontrolno skupino, v kateri ni bilo učinka, ublažili. Do podobnih ugotovitev je prišel tudi Apay (Apay, 2012). Na populaciji študentk je dokazal, da ima aromaterapija v kombinaciji z masažo pozitiven učinek na znižanje menstrualne bolečine v primerjavi s placebo masažo.

Fiziološke in farmakološke študije v kombinaciji s fitokemičnimi analizami ((Aloisi,

2002), (Tanida, 2005)) so dokazale, da ima izpostavljenost vonjavam eteričnih olj učinek na centralni živčni sistem (CŽS). Po vnosu eteričnega olja v organizem aktivne učinkovine prehajajo v kri in vstopijo preko krvne možganske pregrade v CŽS. Testi na laboratorijskih živalih (Tanida, 2005) so dokazali, da izpostavljenost vonjavam eteričnega olja grenivke in njegovi aktivni učinkovini limonen poveča aktivnost simpatičnega živčevja in zniža aktivnost parasimpatičnega živčevja, poveča koncentracijo plazemskega glicerola, poveča telesno temperaturo in zniža apetit. Izpostavljenost vonjavam eteričnega olja limone vpliva na obnašanje in na zaznavo bolečine, kar je bilo dokazano na laboratorijskih živalih (Aloisi, 2002).

V nasprotju z zgornjimi ugotovitvami pa je študija (Anderson, 2004) dokazala, da ima aromaterapija s poprovo meto in aromaterapija s placebom (izopropil alkohol) enako učinkovitost pri blaženju postoperativne slabosti. Študija je vključevala 33 bolnikov, ki so prestali operacijo in so trpeli za postoperativno slabostjo.

Aromaterapija v kombinaciji z masažo ima dokazan pozitiven učinek na zmanjšanje anksioznosti, kar je bilo dokazano v preučevani skupini nosečnic (Bastard, 2006) in onkoloških bolnikov (Benney, 2013). Številne pozitivne učinke ima tudi izpostavljenost vonjavam eteričnega olja pomaranče, ki izboljša razpoloženje, blaži stres, anksioznost, depresijo, nihanje razpoloženja, demenco (Smallwood, 2001) ter kronično bolečino ((Aloisi, 2002), (Barocelli, 2004)).

Zaradi številnih pozitivnih učinkov se aromaterapija vpeljuje v številna notranja okolja. Prvi znan primer aplikacije aromaterapije z namenom izboljšanje storilnosti zaposlenih je Kajima Corporation Intelligent Building v Tokiu na Japonskem. Aromaterapija ima dokazan stimulirajoč učinek tudi v drugih notranjih okoljih, kot so prevozna sredstva. Furuha (Furuha, 2011) in Adachi (Adachi, 2008) sta dokazala, da imajo kombinacija masaže dlani z električnimi impulzi, vpihavanje kisika v notranjost kabine in aromaterapija z eteričnim oljem grenivke pomembno vlogo pri preprečevanju zaspanosti med vožnjo.

Možni negativni učinki: Poleg številnih pozitivnih učinkov imajo naravna eterična olja lahko negativen učinek na zdravje. Glavnina študij dokazuje povezavo med izpostavljenostjo eteričnim oljem s kožo in lokalno toksičnostjo (draženje kože, pojav alergičnih reakcij na koži) ali sistemsko toksičnostjo kot posledico zaužitja. Redke študije se ukvarjajo

s preučevanjem negativnega učinka eteričnih olj kot posledice vnosa z inhalacijo.

Sujeva (2007) je preučevala koncentracije emisij VOC med evaporacijo eteričnih olj, ki so dostopni na trgu. V analizo so bili vključeni vzorci eteričnih olj sivke, evkaliptusa in čajevca. Maksimalne koncentracije VOC so bile dokazane v času 30 do 60 minut po začetku evaporacije, predvsem iz eteričnega olja čajevca. V študiji so dokazali tudi visoke emisije terpenov, kot so linalol, evkaliptol, D-limonen, *p*-cimen in terpinen-4-ol-1. Terpeni na zraku zlahka oksidirajo in tvorijo sekundarne onesnaževalce, kar je bilo dokazano v študiji (Huang, 2012), ki je bila opravljena v spa centrih. V študiji je bilo ugotovljeno, da so bile celokupne koncentracije VOC (TVOC, Total Volatile Organic Compounds) v času izvajanja aromaterapije izredno povečane. Terpeni so reagirali s prisotnim ozonom in tvorili formaldehid in organske aerosole v velikosti nanodelcev (sekundarne onesnaževalce). Izpostavljenost sekundarnim onesnaževalcem predstavlja večje tveganje predvsem v poklicni skupini ljudi (ponavljajoča se dolgotrajna izpostavljenost, večje koncentracije).

Eterična olja pa pogosto povzročajo alergijske reakcije. Eden od pomembnih vzrokov za pojav alergij na dišave je avtooksidacija terpenov v eteričnih oljih. Oksidirane oblike terpenov (npr. limonene peroksid, linalol hidroperoksid) pogosto povzročajo alergijske reakcije, medtem ko neoksidirane oblike (limonen, linalol, kariofilen) redko povzročajo alergije. Alergije se pogosteje pojavijo kot posledica stika eteričnega olja s kožo, možne so tudi alergije, ki se pojavijo zaradi izpostavljenosti vonjavam. Študija (Schaller, 1993) je dokazala pojav alergičnega kontaktnega dermatitisa kot posledice izpostavljenosti vonjavam eteričnega olja.

5.2 Možni učinki osvežilcev zraka na uporabnike v notranjih okoljih

Dokazi o možnih negativnih učinkih osvežilcev zraka na zdravje so se pojavili s koncem devetdesetih let. V (Anderson, 1997) je z laboratorijskimi testi na živalih dokazano, da enourna izpostavljenost emisijam komercialno dostopnega osvežilca zraka povzroča draženje oči, draženje dihal in znake nevrotoksičnosti (izguba ravnotežja, tremor, krči). Pri nekaterih laboratorijskih živalih je ob koncu poskusa nastopila smrt.

Danes se s področjem preučevanja negativnih učinkov uporabe osvežilcev zraka na zdravje uporabnikov v notranjih okoljih ukvarjajo številni avtorji ((Matura, 2005), (Singer,

2006), (Cohen, 2007), (Zock, 2007)). Študije navajajo, da v dobro prezračevanih prostorih koncentracije emisij sestavin iz osvežilcev zraka običajno dosežejo nizke vrednosti, ki pri zdravi populaciji običajno ne predstavljajo zdravstvenega tveganja. Ker so v notranjih okoljih vedno prisotni tudi občutljivi posamezniki (otroci, astmatiki, alergiki, starejši in nosečnice), pa imajo tudi nizke koncentracije lahko negativen vpliv na zdravje (Zock, 2007). Poleg omenjenega lahko v manjših prostorih, ki so slabše prezračevani, koncentracije dosežejo vrednosti, ki predstavljajo tveganje tudi za druge uporabnike. Povzročajo lahko astmo, slabost, glavobole in številne druge simptome (IVZ, 2009).

Zock (2007) je opravil obsežno epidemiološko študijo, v kateri je preučeval tveganje za nastanek astme pri odrasli populaciji glede na pogostost uporabe čistil in osvežilcev zraka. V študiji so bila zajeta gospodinjstva iz desetih držav EU za obdobje od 1994. do 2003. Izvedena anketa je vključevala 3503 ljudi – starost med 20 in 44 let, brez simptomov astme –, ki enkrat ali večkrat tedensko uporabljajo čistila in osvežilce zraka. Rezultati so pokazali, da 42 % anketirancev tedensko uporablja pršila za čiščenje in osvežilce zraka. Uporaba čistil in osvežilcev zraka se je med državami razlikovala. Čistila na osnovi razpršil so največ uporabljali v Španiji (66 %), najmanj pa na Švedskem (26,4 %). Čistila za pohištvo so največ uporabljali v Španiji, najmanj pa v Estoniji (0 %). Čistila za steklo so največ uporabljali v Španiji (43,9 %), najmanj pa v Estoniji (0 %). Osvežilce zraka so največ uporabljali v Estoniji (38,7 %), najmanj pa na Švedskem (3,4 %). Razvoj astme je bil povezan s pogostostjo uporabe čistil in osvežilcev zraka, z načinom uporabe in z značilnostjo populacije. Uporaba čistil na osnovi razpršil najmanj enkrat tedensko (42 % anketirancev) je bila povezana s pojavom simptomov astme. Incidenca diagnosticirane astme je bila višja pri uporabnikih, ki so uporabljali pršila najmanj štiri dni v tednu. Večje tveganje za pojav simptomov astme in piskanje v pljuči se je pojavilo pri pogostejši uporabi ter večjem številu različnih vrst čistil in osvežilcev zraka. Avtorji zaključijo, da je posebno problematična uporaba čistil za steklo, čistil za pohištvo in osvežilcev zraka.

Osvežilci zraka lahko vsebujejo ftalate, benzen, formaldehid, alergene in druge snovi, ki imajo dokazan negativen učinek na zdravje ljudi ((Zock, 2007), (Cohen, 2007)). V okviru Natural Resources Defense Council (NRDC, 2012) so opravili neodvisno študijo o vsebnosti ftalatov in osvežilcev zraka, dostopnih na

trgu. Testiranih je bilo 14 različnih izdelkov na prisotnost 15 različnih vrst ftalatov. V študiji je bilo ugotovljeno, da je 86 % izdelkov (12 od 14 izdelkov) deklariranih kot »popolnoma naraven« proizvod. Kljub temu da je 12 od 14 izdelkov vsebovalo ftalatne estre (dibutil ftalat (DBP), dietil ftalat (DEP), diizobutil ftalat (DIBP), diizohexil ftalat (DIHP), dibutil ftalat (DBT), dimetil ftalat (DMP)), noben izdelek ni imel navedene njihove vsebnosti. Študije navajajo ((Jaakkola, 1999), (Heudorf, 2007)), da ima izpostavljenost ftalatnim estrom dokazan negativen učinek na zdravje. Vodi lahko do pojava rakavih obolenj ((Jaakkola, 1999), (Heudorf, 2007)), astme, alergij, respiratornega učinka in motenj endokrinega sistema ((Blount, 2000), (Heudorf, 2007), (Jaakkola, 2008)). V skladu z Uredbo (ES), št. 1272/2008, o razvrščanju, označevanju in pakiranju snovi se prisotni ftalat DBP razvršča v razrede nevarnosti »strupenost za razmnoževanje« in »nevarno za vodno okolje«. Označen je z oznako in kategorijo Repr. 1B (nevarnost za razmnoževanje; na osnovi študij na živalih) in Aquatic Acute 1 (akutna nevarnost za vodno okolje). Kljub dokazanemu

negativnemu učinku na zdravje so bili ftalati prisotni v testiranih izdelkih v študiji. Osvežilci zraka na trgu pa niso problematični le zaradi škodljivih sestavin, temveč tudi zaradi kasnejših reakcij v notranjem zraku in posledični tvorbi sekundarnih onesnaževalcev. Študija (Singer, 2006) navaja, da vsakodnevna uporaba čistil in osvežilcev zraka povzroča povišane koncentracije VOC v notranjem zraku stavb. Med njimi so posebno problematični terpeni in njihovi alkoholi, ki jih vsebujejo naravne dišave in jih prištevamo med biogene lahke organske snovi (Biogenic Volatile Organic Compounds, BVOCs). Podvrženi so oksidaciji z ozonom in z drugimi notranjimi onesnaževalci zraka. Pri tem tvorijo sekundarne onesnaževalce, ki povzročajo tveganje za zdravje (Matura, 2005). Tvorba le-teh je odvisna od sestave čistil in osvežilcev zraka, pogostosti uporabe, parametrov prezračevanja, dinamike emisij, transporta, mešanja, (ad)absorpcije s površinami (Nazaroff, 2004). V (Huang, 2011) je opisana analiza vsebnosti BVOC v različnih vrstah čistil za tla in kuhinjo, detergentov za ročno pomivanje posode in osvežilcev

zraka, ki so dostopni na trgu v Hongkongu. Celokupne koncentracije BVOC so se med izdelki zelo razlikovale. D-limonen so zasledili v večjih koncentracijah v čistilih za kuhinjo in v detergentih. Sestava osvežilcev zraka je bila zelo zapletena in težje določljiva. Podobne ugotovitve so tudi v (Lamorena, 2008), ki veljajo za osvežilce zraka v avtomobilih. Dokazano je, da se pri reakciji med ozonom in terpeni, ki so prisotni v osvežilih zraka v avtomobilih (α -pinen, β -pinen, p -cimen, limonen), tvorijo sekundarni onesnaževalci zraka, kot so ultrafini delci in VOC (formaldehid, acetaldehid, akrolein, aceton, propionaldehid). Osvežilci zraka lahko predstavljajo tveganje za zdravje med normalno uporabo in tudi v primeru nezgod. V (Senthikumar, 2012) je naveden primer odpovedi srca pri 25-letni ženski v trgovskem središču v Indiji zaradi nenamernega vnosa razpršitve osvežilca zraka v nos. Toksičen učinek je bil posledica vsebnosti butana. V (Hawkins, 2009) pa je naveden primer pojava opeklin, ki so nastale kot posledica uporabe avtomatskega osvežilca zraka in sočasnega kajenja v neposredni bližini.

6 • SKLEPI

K ukrepom za izboljšanje kakovosti notranjega zraka je treba pristopiti celostno. Priporočila za doseganje kvalitete notranjega zraka zato vključujejo sistematične aktivnosti na ravni:

- 1) Stavbe in sistemov prezračevanja: izbor nizkoemisijских gradbenih proizvodov in opreme, vgradnja in vzdrževanje učinkovitega sistema prezračevanja.
- 2) Aktivnosti uporabnikov: redno prezračevanje prostorov, odstranitev neprijetnih vonjav pri viru, ozaveščanje ljudi.
- 3) Proizvodnje varnih proizvodov: zamenjava zdravju škodljivih sestavin v proizvodih za neškodljive, proizvodnja alternativ, ki so zdravju in okolju prijazne. Proizvajalci morajo zagotoviti dejanske in verodostojne informacije o sestavinah izdelkov na etiketi.

- 4) Raziskav in razvoja: izvedba dodatnih raziskav glede sestave proizvodov, učinka na ljudi in okolje. Za ugotavljanje nevarnih lastnosti bi bilo treba zbrati vse dostopne in ustrezne informacije o snoveh kot takih, v pripravkih in v izdelkih. Potrebna so testiranja sestavin v eteričnih oljih, ki so že v uporabi in vsebujejo potencialne alergene snovi, in ne le sestavin, ki so prvotno uporabljene v izdelkih.
- 5) Implementacije zakonodaje: implementirati EU-zahteve znotraj držav članic. V skladu z RAPEX omogočiti izmenjavo informacij o oceni nevarnosti, nevarnih proizvodih, preskusnih metodah in rezultatih, najnovejšem znanstvenem razvoju, pa tudi o drugih vidikih, pomembnih za kontrolo; vzpostavitev in izvajanje skupnih nadzornih

in preskusnih projektov; izmenjavo strokovnih mnenj in praktičnih izkušenj ter sodelovanje pri usposabljanju; izboljšano sodelovanje na ravni skupnosti na področju sledenja, umika in odpoklica nevarnih proizvodov.

- 6) Obveščanja: za preprečevanje škodljivih učinkov na zdravje ljudi in okolje bi se morala po dobavni verigi v razumni meri dosledno prenašati priporočila o ukrepih za obvladovanje tveganja. Poleg tega bi bilo treba v dobavni verigi po potrebi spodbujati obveščanje o tehničnih nasvetih v podporo obvladovanju tveganja.

- 7) Nadzora: izvajanju nadzora ter pri sledenju, umiku ali odpoklicu nevarnih proizvodov. Boljše sodelovanje na operativni ravni pri nadzoru trga in drugih prisilnih ukrepih, še posebno pri oceni nevarnosti, preskušanju proizvodov, izmenjavi strokovnega in znanstvenega znanja.

7 • LITERATURA

- ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienist, TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices, Cincinnati, Ohio, 2007.
- Adachi, T., Miyachi, T., Research of Doze Driving Prevention System by Gradual Increase Low Frequency Stimulation and The High Density Oxygen Inhalation with The Fragrance of GF[®] FIT2008: Forum on Information Technology, I. 4, str. M-055, 2008.

- Aloisi, A. M., Ceccarelli, I., Masi, F., Scaramuzzino, A., Effects of the essential oil from citrus lemon in male and female rats exposed to a persistent painful stimulation, *Behav Brain Res*, I. 136, št. 1, str. 127–35, 2002.
- Anderson, L. A., Gross, J. B., Aromatherapy with peppermint, isopropyl alcohol, or placebo is equally effective in relieving postoperative nausea, *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, I. 19, št. 1, str. 29–35, 2004.
- Anderson, R., Anderson, J., Toxic effects of air freshener emissions, *Archives of Environmental Health*, I. 52, str. 433–441, 1997.
- Apay, S. E., Arslan, S., Akpinar, R. B., Celebioglu, A. Effect of Aromatherapy Massage on Dysmenorrhea in Turkish Students, *Pain Management Nursing*, I. 13, št. 4, str. 236–240, 2012.
- Bagheri-Nesami, M., Espahbodib, F., Nikkhah, A., Shorofia, S. A., Charati J. Y., The effects of lavender aromatherapy on pain following needle insertion into a fistula in hemodialysis patients, *Complementary Therapies in Clinical Practice*, In Press, 2013.
- Barocelli, E., Calcina, F., Chiavarini, M., Impicciatore, M., Bruni, R., Bianchi, A., Ballabeni, V., Antinociceptive and gastroprotective effects of inhaled and orally administered *Lavandula hybrida* Reverchon "Grosso" essential oil, *Life Sci*, I. 76, str. 213–223, 2004.
- Bastard, J., Tiran, D., Aromatherapy and massage for antenatal anxiety: Its effect on the fetus, *Complementary Therapies in Clinical Practice*, I. 12, št. 1, str. 48–54, 2006.
- Benney, S., Gibbs, V., A literature review evaluating the role of Swedish massage and aromatherapy massage to alleviate the anxiety of oncology patients, *Radiography*, I. 19, št. 1, str. 35–41, 2013.
- Bizjak, M., Onesnaženost ozračja. Ljubljana: UL ZF, 2007.
- Blount, B. C., Silva, M. J., Caudill, S. P., Needham, L. L., Pirkle, J. L., Sampson, E. J., Lucier, G. W., Jackson, R. J., Brock J. W., Levels of seven urinary phthalate metabolites in a human reference population, *Environ Health Perspect*, I. 108, str. 979–982, 2000.
- Bresjanac, M., Rupnik M., Patofiziologija s temelji fiziologije, Druga izdaja, Inštitut za patološko fiziologijo, Ljubljana, 1999.
- CDC, Centers For Disease Control And Prevention, Indoor environmental quality, povzeto 5. 1. 2014 po: <http://www.cdc.gov/niosh/topics/indoorenv/chemicalsodors.html>, 2012.
- Cohen, A., Janssen, S., Solomon, G., Hidden Hazards of Air Fresheners Clearing the Air, Natural Resources Defense Council NRDC Issue paper, Sept 2007, 1–16, 2007.
- CR 1752: 1998. Ventilation for buildings - Design criteria for the indoor environment 89/106/EEC, 1998.
- Derham, R. L., Peterson, G., Sabersky, R. H., Shair, F. H., On the Relation Between the Indoor and Outdoor Concentrations of Nitrogen Oxides, *Journal of the Air Pollution Control Association*, I. 24, št. 2, str. 158–161, 1974.
- Devereux, C., Aromaterapija, Eterična olja in njihova uporaba, Ljubljana, DZS, 1995.
- Diapouli, E., Chaloulakou, A., Spyrellis, N., Indoor and Outdoor PM Concentrations at a Residential Environment in the Athens Area, *Global NEST Journal*, I. 10, št. 2, str. 201–208, 2008.
- Doty, R., Olfaction, *Annual Review of Psychology*, I. 52, št. 1, št. 423–452, 2001.
- Dovjak, M., Krainer, A., Kristl, Ž., Individualisation of Personal Space: Aircraft Seat. V: Mednarodni kongres Energija i okoliš 2006, Franković, B. (ur.), Rijeka, Hrvatski savez za sunčevu energiju, str. 61–70, 2006.
- Dovjak, M., Kukec, A., Krainer, A., Prepoznavanje in obvladovanje dejavnikov tveganja za zdravje v bolnišničnem okolju z vidika uporabnika, stavbe in sistemov, *Journal of Public Health*, 52, str. 304–315, 2013.
- EP, Directive 1999/45/EC of the European Parliament and of the Council of 31 May 1999 concerning the approximation of the laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to the classification, packaging and labelling of dangerous preparations, 1999.
- EP, Direktiva 2001/95/ES Evropskega Parlamenta in Sveta z dne 3. decembra 2001 o splošni varnosti proizvodov, 2001.
- EP, Uredba št. 1907/2006 Evropskega Parlamenta in Sveta z dne 18. decembra 2006 o registraciji, evalvaciji, avtorizaciji in omejevanju kemikalij (REACH), o ustanovitvi Evropske agencije za kemikalije ter spremembi Direktive 1999/45/ES ter razveljavitvi Uredbe Sveta (EGS) št. 793/93 in Uredbe Komisije (ES) št. 1488/94 ter Direktive Sveta 76/769/EGS in direktiv Komisije 91/155/EGS, 93/67/EGS, 93/105/ES in 2000/21/ES, 2006.
- EP, Uredba št. 1272/2008 Evropskega Parlamenta in Sveta z dne 16. decembra 2008 o razvrščanju, označevanju in pakiranju snovi ter zmesi, o spremembi in razveljavitvi direktiv 67/548/EGS in 1999/45/ES ter spremembi Uredbe (ES) št. 1907/2006, 2008.
- EP, Uredba št. 305/2011 o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih in razveljavitvi Direktive Sveta 89/106/EGS, 2011.
- EPA, Environmental Protection Agency, Washington. Indoor Air Facts No. 4 (revised), Sick Building Syndrome, Air and Radiation (6609J), February str. 1–4, 1991.
- EPA, Environmental Protection Agency, Washington, Indoor Air Pollution: An Introduction for Health Professionals, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 20207. Indoor Air Division 1-800/638-2772 Office of Air and Radiation Health Sciences Directorate Ariel Rios Building 301/504-0477 1200 Pennsylvania Ave., N.W. Washington, D.C. 20460202/233-9030, povzeto 05. 01. 2014 po: http://www.epa.gov/iaq/pdfs/indoor_air_pollution.pdf), 1994.
- EPA, Environmental Protection Agency, Washington, povzeto 5. 1. 2014 po: <http://www.epa.gov/iaq/pubs/hbhp.html>, 2012.
- EPA, Environmental Protection Agency, Washington, Air pollution, povzeto 5. 12. 2013 po: <http://nlquery.epa.gov/epasearch/>, 2013.

- Essential oils, Essential oil information, povzeto 5. 12. 2013 po <http://www.essentialoils.co.za/essential-oils/cinnamon-leaf.htm#cinnamon-leaf-oil>, 2013.
- Furuhata, T., Miyachi, T., Adachi, T., Driving Prevention System by Gradual Increase Low Frequency Stimulation and High Density Oxygen with The Fragrance of GF (Grape Fruits), v A. König et al. (ur.): KES 2011, Part III, LNAI 6883, str. 11–20, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2011.
- Hawkins, S., Hunter, J., Drew P., Domestic automated air fresheners: A significant burns risk to smokers, *Burns*, l. 35, št. 7, str. 1036–1037, 2009.
- Heudorf, U., Mersch-Sundermann, V., Angerer, J., Phthalates: toxicology and exposure, *Int J Hyg Environ Health*, l. 210, št. 623–634, 2007.
- Huang H. L., Tsai T. J., Hsu N. Y., Lee C. C., Wu P. C., Su H. J. Effects of essential oils on the formation of formaldehyde and secondary organic aerosols in an aromatherapy environment, *Building and Environment*, l. 57, str. 120–125, 2012.
- Huang, Y., Ho, S. S. H., Ho, K. F., Lee, S. C., Gao, Y., Cheng, Y., Chan, C. S., Characterization of biogenic volatile organic compounds (BVOCs) in cleaning reagents and air fresheners in Hong Kong, *Atmospheric Environment*, l. 45, št. 34, str. 6191–6196, 2011.
- Hudson, R. N., The value of lavender for rest and activity in the elderly patient *Complementary Therapies in Medicine*, l. 4, št. 1, str. 52–57, 1996.
- Hunt, K. J., Coelho, H. F., Wider, B., Hung, S. K., Terry, R., Ernst, E., Complementary and alternative medicine use in England: results from a national survey, *International Journal of Clinical Practice*, 64, št. 1496–1502, 2010.
- ILO, International Labour Organization, povzeto 5. 1. 2014 po: <http://www.ilo.org/global/lang-en/in-dex.htm>, 2013.
- IVZ, Inštitut za varovanje zdravja RS, Osvežilci zraka, povzeto 5. 12. 2013 po: http://www.ivz.si/Mp.aspx?ni=78&pi=6&_6_id=286&_6_PageIndex=0&_6_groupId=-2&_6_newsCategory=IVZ+kategorija&_6_action=ShowNewsFull&pl=78-6.0., 2009.
- Jaakkola, J. J., Oie, L., Nafstad, P., Botten, G., Samuelsen, S. O., Magnus, P., Surface materials in the home and development of bronchial obstruction in young children in Oslo, Norway, *Am J Public Health*, l. 84, št. 2, str. 188–192, 1999.
- Jaakkola, J. J. K., Knight, T. L., The Role of Exposure to Phthalates from Polyvinyl Chloride Products in the Development of Asthma and Allergies: A Systematic Review and Meta-analysis, *Environ Health Perspect*, l. 116, št. 7, str. 845–853, 2008.
- Košir, M., Krainer, A., Kristl, Ž., Integral control sistem of indoor environment in continuously occupied spaces, *Automation in construction*, l. 21, št. 1, str. 199–209, 2012.
- Krainer, A., Košir, M., Kristl, Ž., Dovjak, M. Pasivna hiša proti bioklimatski hiši, *Gradbeni vestnik*, l. 57, št. 3, str. 58–68, 2008.
- Kuštrak, D., Farmakognozija: fitofarmacija, Zagreb, Golden marketing-Tehnička knjiga, 2005.
- Kutlu, A.K., Y Imaz, E., Çeçen, D., Effects of aroma inhalation on examination anxiety, *Teaching and Learning in Nursing*, l. 3, št. 4, št. 125–130, 2008.
- Lamarena, R. B., Lee, W., Influence of ozone concentration and temperature on ultra-fine particle and gaseous volatile organic compound formations generated during the ozone-initiated reactions with emitted terpenes from a car air freshener, *Journal of Hazardous Materials*, l. 158, št. 2–3, 30 str. 471–477, 2008.
- Matsumoto, T., Asakura, H., Hayashi, T., Does lavender aromatherapy alleviate premenstrual emotional symptoms?: a randomized crossover trial, *Biopsychosoc Med*, l. 7, št. 1, 12 str., 2013.
- Matura, M., Skold, M., Borje, A., Andersen, K. E., Bruze, M., Frosch, P., Goossens, A., Johansen, J. D., Svedman, C., White, I. R., Karlberg, A. T., Selected oxidized fragrance terpenes are common contact allergens, *Contact Dermatitis*, l. 52, str. 320–328, 2005.
- Milner, T., Dimitroulopoulou, C., ApSimon, H. M., Indoor concentrations in buildings from sources outdoors, UK Atmospheric Dispersion Modelling Liaison Committee, str. 1–81, 2004.
- Moss, M., Cook, J., Wesnes, K., Duckett, P., Aromas of rosemary and lavender essential oils differentially affect cognition and mood in healthy adults, *Int J Neurosci*, l. 113, št. 1, str. 15–38, 2003.
- Moss, M., Hewitt, S., Moss, L., Wesnes, K., Modulation of cognitive performance and mood by aromas of peppermint and ylang-ylang, *Int J Neurosci*, 2008, l. 118, št. 1, str. 59–77, 2008.
- Moss, L., Rouse, M., Wesnes, K. A., Moss, M. Differential effects of the aromas of *Salvia* species on memory and mood. *Hum Psychopharmacol*, l. 25, št. 5, str. 388–96, 2010.
- Nazaroff, W. W., Weschler, J. C. Cleaning products and air fresheners: exposure to primary and secondary air pollutants, *Atmospheric Environment*, l. 38, št. 18, str. 2841–2865, 2004.
- NIOSH, NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. CDC, Atlanta, 2010.
- NIST, Formaldehyde, National Institute of Standards and Technology, povzeto 2. 12. 2013 po: <http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C50000&Units=SI>, 2011.
- NRDC, Natural Resources Defense Council, povzeto 5. 12. 2013 po: <http://www.nrdc.org/health>, 2012.
- Orafidiya, L. O., Agbani, E. O., Iwalewa, E. O., Adelusola, K. A., Oyedapo, O. O., Studies on the acute and sub-chronic toxicity of the essential oil of *Ocimum gratissimum* L. leaf, *Phytomedicine*, št. 11, str. 71–76, 2004.
- OSHA, Occupational Safety and Health Administration, Formaldehyde, povzeto 12. 12. 2013 po: http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_242600.html, 2011.

- Pahlow, M. Velika knjiga o zdravilnih rastlinah. Ljubljana: Cankarjeva založba, 1987.
- Redlich, C. A., Sparer, J., Cullen, M. R., Sick-building syndrome, *Lancet*, 349, str. 1013–1016, 1997.
- RIFM, Research Institute for Fragrances, povzeto 2.12.2013 po: <http://www.rifm.org/>, 2013.
- RS, Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, Ur. l. RS, št. 42/2002.
- RS, Zakon o splošni varnosti proizvodov, Ur. l. RS, št. 101/2003.
- Schaller, M. M., Korting, H. C., Allergic airborne contact dermatitis from essential oils used in aromatherapy, *Clinical & Experimental Dermatology*, l. 20, št. 143–145, 1993.
- SD, Science Daily, povzeto 2. 12. 2013 po: <http://www.sciencedaily.com/releases/2008/08/080825092345.htm>, 2012.
- Senthilkumaran, S., Meenakshisundaram R., Michaels A. D., Balamurgan N., Thirumalaikolundusubramanian P., Ventricular fibrillation after exposure to air freshener—death just a breath away, *Journal of Electrocardiology*, l. 45, št. 2, str. 164–166, 2012.
- SFRJ, Zakon o zdravstveni neoporečnosti živil in predmetov splošne rabe, Ur. l. SFRJ, št. 55/1978.
- SFRJ, Pravilnik o pogojih glede zdravstvene neoporečnosti predmetov splošne rabe, ki smejo v promet, Ur. l. SFRJ, št. 26/1983.
- Singer, B. C., Destailats, H., Hodgson, A. T., Nazaroff, W. W., Cleaning products and air fresheners: emissions and resulting concentrations of glycol ethers and terpenoids, *Indoor Air*, l. 16, str. 179–191, 2006.
- Smallwood J., Brown R., Coulter F., Irvine E., Copland C., Aromatherapy and behaviour disturbed in dementia: a randomized controlled trial, *Int J Geriatr Psychiatry*, l. 16, str. 1010–1013, 2001.
- Soltani, R., Soheilipour, S., Hajhashemi, V., Asghari, G., Bagheri, M., Molavi, M. Evaluation of the effect of aromatherapy with lavender essential oil on post-tonsillectomy pain in pediatric patients: A randomized controlled trial, *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, l. 77, št. 9, str. 1579–1581, 2013.
- Spors, H., Grinvald, A., Spatio-temporal dynamics of odor representations in the mammalian olfactory bulb, *Neuron*, l. 34, št. 2, št. 301–315, 2002.
- Stefflitsch, W., Stefflitsch, M., Clinical aromatherapy, *Journal of Men's Health*, l. 5, št. 1, str. 74–85, 2008.
- Su H.-J., Chao C.-J., Chang H. Y., Wu P. C., The effects of evaporating essential oils on indoor air quality, *Atmospheric Environment*, l. 41, št. 6, str. 1230–1236, 2007.
- Tanida, M., Nijima, A., Shen, J., Nakamura, T., Nagai, K., Olfactory stimulation with scent of essential oil of grapefruit affects autonomic neurotransmission and blood pressure, *Brain Research*, l. 1058, št. 1–2, str. 44–55, 2005.
- WHO, World Health Organisation, Volume 88 Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol, povzeto 2. 12. 2013 po: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol88/volume88.pdf>, 2006.
- WHO, World Health Organisation, Air pollution, povzeto 5. 12. 2013 po: <http://www.who.int/ceh/risks/cehair/en/>, 2013.
- Yassi, A., Kjellström, T., de Kok T., Guidotti, T. L. Basic Environmental Health. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- Zock, J., Plana, E., Jarvis, D., Antó, J. M., Kromhout, H., Kennedy, S. M., Künzli, N., Villani, S., Olivieri, M., Torén, K., Radon, K., Sunyer, J., Dahlman-Hoglund, A., Norbäck, D., Kogevinas, M., The Use of Household Cleaning Sprays and Adult Asthma, *Am J Respir Crit Care Med*, l. 176, št. 8, str. 735–741, 2007.

RAZPIS ZA PODELITEV

NAGRADE

Jožefa Mraka
ZA INOVATIVNOST

NA PODROČJU GRADITVE OBJEKTOV



Ste realizirali inovativno projektantsko rešitev,
inovativno tehnološko rešitev, inovativen postopek
pri izgradnji objekta? Prijavite svoj dosežek in
sodelujte v največjem slovenskem tekmovanju
inženirske inovativnosti.

KRAFTWERK

Obveščamo vas, da se je s 27. 5. 2014 pričel postopek za
podelitev Nagrade Jožefa Mraka za inovativnost.

Predloge za podelitev Nagrade lahko posredujejo:

- člani IZS,
- upravni odbori matičnih sekcij,
- upravni odbor IZS.

Postopek nominacije kandidatov in podelitve bo
potekal po pravilniku, ki je objavljen na spletni strani
IZS <http://www.izs.si/inzenirska-zbornica-slovenije/akti/pravilnik/>.

Končno odločitev bo sprejel upravni odbor zbornice
na osnovi predloga Odbora za nagrade. Skladno s
pravilnikom bosta podeljeni največ dve nagradi.

Obrazložitve predlogov morajo biti vložene skladno z
določili, ki so navedena v pravilniku.

Nagrada bo podeljena ob Oplevu Inženirske zbornice
Slovenije, 7. oktobra 2014 v Idriji.

Predsednik Odbora IZS za nagrade
dr. Željko Vukelič, univ.dipl.inž.nud.
in geotehnol., Lr.

Jožef Mrak (1709 – 1786) spada med najvidnejše slovenske politehike 18. stoletja. V
zgodovino se je zapisal kot jamomelec, geodet, kartograf, predavatelj, slikar in graditelj.
Mrak je najbolj prepoznaven po "klavzah", imenovanih tudi "slovenske piramide", ki so ime za
poseben jez za zbiranje vode in občasno plavljenje lesa po sicer malo vodnatih rekah. Mrakova
enkratna gradbena stvaritev "klavž" na Idriji in Belci je prepoznava ne le v slovenskem temveč
tudi v evropskem prostoru tehničnih spomenikov.
Kot so bile "klavže" inovativnost 18. stoletja, želi IZS nagraditi inovativnost tega trenutka.
Iščemo torej inovativne projektantske rešitve, inovativne tehnološke rešitve, inovativen
postopek pri izgradnji objekta. Objekt, tehnologija oz. izdelek ali posamezna faza izvedbe, na
katerega se nanaša inovativnost, mora biti zato izveden in v uporabi.



Prijava predlogov: INŽENIRSKA ZBORNICA
SLOVENIJE, Odbor za nagrade IZS, Jarška cesta 10/b,
1000 Ljubljana, s pripisom "za razpis – nagrada
Jožefa Mraka", in sicer do vključno 31. julija 2014.

NOVI DIPLOMANTI

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

VISOKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Martina Kostajnšek, Spremembe na področju posredovanja nepremičnin v obdobju recesije, mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač, somentor Jure Kern

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Andrej Fabiani, Dimenzioniranje nosilnih elementov lesene brvi, mentor izr. prof. dr. Jože Lopatič

Gašper Brus, Matrična metoda za obračun del pri gradnji predorov, mentor izr. prof. dr. Janko Logar, somentor Andrej Štimulak

Jurij Theuerschuh, Ohranjanje stavbne dediščine – prispevek k razumevanju metodološkega pristopa, mentor prof. dr. Roko Žarnić, somentor mag. Barbara Vodopivec

Rok Stenko, Analiza potrebne togosti prečnih ojačitev pri polnostenskih nosilcih, mentor prof. dr. Jože Korelc, somentor doc. dr. Franc Sinur

Lovro Gorše, Uporaba 3D-tiska v gradbeništvu, mentor doc. dr. Tomo Cerovšek

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ VODARSTVA IN KOMUNALNEGA INŽENIRSTVA

Suzana Pavlič, Zasnova pretočne in recirkulacijske ribogojnice za salmonidne ribe, mentor prof. dr. Boris Kompare, somentorja dr. Aleksandra Krivograd Klemenčič in izr. prof. dr. Jože Panjan

Maja Šaponja, Modeliranje izhlapevanja nafte po metodi Fingas, mentor izr. prof. dr. Dušan Žagar

Matej Valenčič, Protipoplavni ukrepi na objektih v naselju Miren, mentor prof. dr. Mitja Brilly, somentor doc. dr. Simon Rusjan

Tina Kofol, Modeliranje taljenja snežne odeje s programoma HEC-HMS in SRM, mentor doc. dr. Mojca Šraj, somentor prof. dr. Mitja Brilly

Anja Praznik, Simulacije širjenja onesnažil iz rek v severnem Jadranu po metodi sledenja delcev, mentor izr. prof. dr. Dušan Žagar, somentor dr. Matjaž Ličer

DOKTORSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Patricia Cotič, Sinteza večsenzorskih neporušnih preiskav gradbenih konstrukcijskih elementov z uporabo metod gručenja, mentor izr. prof. dr. Zvonko Jagličič, somentor izr. prof. dr. Vlatko Bosiljkov

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO – EKONOMSKO POSLOVNA FAKULTETA

INTERDISCIPLINARNI UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA – SMER GRADBENIŠTVO

Simona Strašek, Ekonomičnost izbora izvajalca za gradnjo poslovno stanovanjskega objekta in gradbena pogodba, mentorja doc. dr. Nataša Šuman – FG in izr. prof. dr. Borut Bratina – EPF, somentor Marko Soršak, univ. dipl. gosp. inž.

Rubriko ureja • Eva Okorn, gradb.zveza@siol.net

Vsem diplomantom čestitamo!

Skladno z dogovorom med ZDGITS in FGG-UL vsi diplomanti gradbenega oddelka Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani prejemaajo Gradbeni vestnik (12 števil) eno leto brezplačno. Vse, ki bodo želeli po prejemu 12. številke postati redni naročniki, prosimo, naj to čimprej sporočijo uredništvu na naslov: GRADBENI VESTNIK, Karlovška cesta 3, 1000 Ljubljana; telefon: (01) 52 40 200; faks: (01) 52 40 199; e-mail: gradb.zveza@siol.net.

ZDGITS in Uredništvo Gradbenega vestnika

KOLEDAR PRIREDITEV

16.-18.7.2014

Footbridge 2014: Past, Present & Future

London, Anglija
www.footbridge2014.com

24.-29.8.2014

2ECEES

2nd European Conference on Earthquake Engineering and Seismology

Istanbul, Turčija
www.2ceesistanbul.org

3.-5.9.2014

37th IABSE Symposium Madrid 2014

Madrid, Španija
www.iabse.org/Images/Conferences/Madrid/symposium_iabse2014.pdf

9.-11.9.2014

XV. Danube-European Conference on Geotechnical Engineering, Geotechnics of Roads and Railways

Dunaj, Avstrija
www.decge2014.at/

15.-19.9.2014

IAEG XII Congress Engineering Geology for Society and Territory

Torino, Italija
www.iaeg2014.com

17.-19.9.2014

ECCPM 2014 – 10th European Conference on Product and Process Modelling

Dunaj, Avstrija
<http://info.tuwien.ac.at/ecppm/>

23.-24.9.2014

10th International Symposium on Cable Dynamics

Kopenhagen, Danska
<http://www.aimontefiore.org/iscd2014/>

1.-2.10.2014

10th »CCC« Central European Congress on Concrete Engineering

Liberec, Češka
www.cbsbeton.eu/ccc2014

8.10.2014

Strokovni simpozij: Projekti in razvoj slovenske železniške infrastrukture

Fakulteta za gradbeništvo, Univerza v Mariboru, Slovenija
www.dcm-svs.si

16.-17.10.2014

Strokovni posvet: Zgradbe, energija in okolje 2014

Plaza hotel Ljubljana, Ljubljana, Slovenija
<http://kubus.si/>

20.-22.10.2014

EEBP7 – 7th International Symposium on Environmental Effects on Buildings and People – Actions, Influences, Interactions, Discomfort

Krakov, Poljska
<http://psiw.org.pl/eebp7>

6.-8.11.2014

International Conference on Sustainable Infrastructure 2014

Long Beach, Kalifornija, ZDA
<http://content.asce.org/conferences/icsi2014/index.html>

19.-24.1.2015

BAU 2015

München, Nemčija
www.bau-muenchen.com

12.-17.4.2015

7th World Water Forum

Daegu-Gyeongbuk, Republika Koreja
<http://worldwaterforum7.org/en>

10.-13.5.2015

ICSDEC 2015 – International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction

Chicago, ZDA
www.icsdec.com/index.html

13.-15.5.2015

IABSE Conference Nara 2015

Nara, Japonska
www.iabse.org/Nara2015

25.-29.5.2015

XVth IWRA World Water Congress

Edinburgh, Škotska
www.worldwatercongress.com

3.-7.6.2015

5th International Congress on Construction History

Chicago, ZDA
www.5icch.org

22.6.-2.7.2015

XXVIth IUGG General Assembly

Praga, Češka
www.iugg.org/programmes/grants2015.php

Rubriko ureja • **Eva Okorn**, ki sprejema predloge
za objavo na e-naslov: **gradb.zveza@siol.net**