

VPLIV GLIV V GRAJENEM OKOLJU NA ZDRAVJE LJUDI

IMPACT OF FUNGAL GROWTH ON HUMAN HEALTH IN BUILT ENVIRONMENT

Luka Pajek, dipl. inž. grad., UN

luka.pajek@gmail.com

Ljubljanska cesta 37 c, 1241 Kamnik

asist. dr. Mateja Dovjak, dipl. san. inž.

mdovjak@fgg.uni-lj.si

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

zkristl@fgg.uni-lj.si

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,

Jamova 2, Ljubljana

Znanstveni članek

UDK 582.28:624:613

Povzetek | V stavbah se na mestih, kjer se nabira vlaga, pogosto pojavljajo glive oziroma plesni. Vlažna mesta nastanejo zaradi gradbenih napak (toplotni mostovi, zamakanje) in poplav. Pogost vzrok za povečano vlažnost notranjega zraka so tudi življenjske navade uporabnikov, ki zaradi varčevanja z energijo manj intenzivno prezračujejo bivalne prostore. Namen raziskave je preučiti vzroke za razširjenost pojava gliv (predvsem plesni) v grajenem okolju, definirati razmere za njihovo rast in razvoj, ugotoviti možen vpliv plesni na zdravje ljudi in poiskati področno zakonodajo. Z izdelanim iskalnim nizom besed smo opravili sistematični pregled študij v enajstih iskalnih bazah in na drugih spletnih naslovih. Z anketo, ki je vključevala 266 anketirancev, smo preučili razširjenost pojava plesni v stavbah v Sloveniji in posredno ugotavljali možen vpliv na zdravje ljudi, ki bivajo in delajo v takšnem okolju. Opravljena je primerjalna analiza med izsledki obstoječih študij in novo pridobljenimi ugotovitvami. Pregled študij je pokazal, da imajo lahko plesni negativen vpliv na zdravje, predvsem na zdravje dihal. Bolj občutljivi ljudje so predvsem imunsko oslabljeni, otroci in kadilci. V notranjem zraku, kjer je bila zaznana rast plesni, je bila prisotna višja koncentracija spor plesni, predvsem *Aspergillus sp.*, ki spada med najbolj agresivne plesni. Rezultati opravljene ankete so pokazali, da ima več kot petina anketirancev v notranjem okolju prisotno plesen in da je četrtna ljudi pri sebi v zadnjih dvanajstih mesecih opazila simptome, ki so v povezavi s težavami z dihal. Prisotnost gliv oziroma plesni v grajenem okolju ima lahko negativen vpliv na zdravje uporabnikov. Ukrepi za preprečevanje in obvladovanje obravnavane problematike vključujejo ukrepe na ravni stavbnega ovoja, prezračevanja in ozaveščanja ljudi.

Ključne besede: glive, plesni, grajeno okolje, konstrukcijski sklopi, zdravje, bolezni dihal

Summary | Fungal (mould) growth is a common problem in damp or water-damaged buildings. Building moisture and humidity problems appear due to poor construction (thermal bridges, water leakages) and floods. Users habits and poorly ventilated living and working environments are also important reasons of the increased humidity of indoor air. The purpose of this study is to examine the causes for mould growth in the built environment, to define the major factors affecting the growth, to determine the possible adverse health effects and to identify relevant legislation. A systematic review was carried out on mould growth in the built environment and possible adverse health effects. The relevant literature was searched in 11 databases and other websites. The survey on the examination of mould growth in Slovenian buildings was performed on 266 respondents. The adverse health effects were indirectly determined. On the basis of our findings, a

comparative analysis was obtained. The presence of mould in indoor environments may have the adverse health effects, particularly respiratory problems. More sensitive groups are mainly immuno-compromised persons, children and smokers. Indoor environments, visibly affected by mould, were related with significantly higher concentrations of mould spores than those without visible mould growth. The predominant species in indoor air were *Aspergillus sp.*, one of the most aggressive moulds. The results of our survey showed that the mould problems were detected in more than a one fifth of analysed environments; a quarter of all residents noticed respiratory problems in the last 12 months. The presence of mould in indoor environments may have the adverse health effects. The control and prevention include measures concerning building envelope, ventilation and public awareness.

Keywords: fungi, mould, built environment, constructional complexes, health, respiratory health

1 • UVOD

Človek je vsakodnevno v stiku z različnimi vrstami gliv (lat. *Fungi*). Glive so prisotne tako v zunanjem kot notranjem okolju. V naravi so zelo razširjene, pretežno se pojavijo kot saprofiti (živijo v zemlji in vodah), delno pa tudi kot paraziti, ki povzročajo bolezni pri človeku, živalih in rastlinah (Adamič, 1992). Njihove spore so prisotne tudi v zraku, ki ga vdihavamo. Malo gliv je prilagojenih na človeka. Najdemo jih lahko v mikrobnii populaciji sluznic, lahko pa tudi na keratinski plasti človekove kože (Dragaš, 2004).

Človek v notranjem okolju preživi med 80 in 90 % časa (Evans, 1998), zato je pomembno, da je to okolje zdravo in udobno za vsakogar ((Dovjak, 2012b), (Dovjak, 2012), (Dovjak, 2013)).

Med pomembne vzroke za nastanek in razvoj gliv v grajenem okolju prištevamo konstrukcijske nepravilnosti (toplotni mostovi in zamakanje) (WHO, 2007). Plesen se pojavlja predvsem na mestih, kjer se zaradi nizkih površinskih temperatur konstrukcijskih sklopov kondenzira vodna para, ki jo vsebuje notranji zrak. Drugi pogost vzrok za nastanek in razvoj gliv so življenjske navade uporab-

nikov, ki s svojimi aktivnostmi in nezadostnim prezračevanjem prostorov povečujejo vlažnost notranjega zraka (Dovjak, 2012c). Posledica navedenega je, da so predvsem v ogrevalni sezoni v stavbah lahko ustvarjene dobre razmere za rast in razvoj plesni (slika 1), ki imajo dokazano negativen vpliv na zdravje uporabnikov ((Gubina, 1998), (Institute of Medicine, 2004), (Kauffman, 2003), (Redd, 2012), (Simčič, 2010), (WHO, 2007), (Zock, 2012)).

V zadnjem času med pomembne vzroke za omenjene probleme prištevamo tudi kombinacijo gradbenih posegov v ovoj stavbe (menjava oken z okni, ki dobro tesnijo) in nespremenjenih življenjskih navad ljudi (nespremenjen režim prezračevanja) ((Krainer, 2008), (Dovjak, 2010), (Dovjak, 2012b)). Glive lahko nastanejo tudi v nepravilno zasnovanih in slabo vzdrževanih prezračevalnih sistemih (Mendell, 2008). Poseben primer povečanja vlage v prostorih so poplave, lahko pa tudi poškodbe vodovodnih cevi (Pirinen, 2006). Namen članka je raziskati vzroke za pojav gliv na konstrukcijskih sklopih in preučiti posledice, ki jih imajo glive na zdravje uporabnikov grajenega okolja. S sistematičnim



Slika 1 • Rast plesni na okenskem okvirju (Pajek, 2013)

pregledom relevantne literature smo povzeli lastnosti gliv oziroma plesni na konstrukcijskih sklopih, minimalne razmere za njihovo rast in razvoj ter definirali vrste gradbenih materialov, na katerih se pojavijo. Z anketo smo preučili razširjenost plesni v stavbah v Sloveniji in posredno ugotovili možen vpliv na zdravje ljudi, ki živijo in delajo v takšnem okolju.

2 • MIKROBIOLOŠKE LASTNOSTI GLIV

V tem poglavju so predstavljene mikrobiološke lastnosti gliv in možni vplivi na zdravje, ki so pomembni za razumevanje rezultatov, predstavljenih v nadaljevanju.

Glive delimo na plesni, kvasovke in gobe. Plesni (glivice) so tiste glive, katerih plodo-

nosni organi so zelo majhni in so vidni samo z lupo. Pod ime kvasovke praviloma uvrščamo enocelične glive. Celice nekaterih vrst kvasovk se med seboj povezujejo in tvorijo strnjene, razvejene verige. Vegetativno se razmnožujejo predvsem z brstenjem. Z imenom gobe pa

označujemo glive, katerih plodonosni organi so veliki od deset do petnajst centimetrov ali več (Adamič, 1992).

Glive uvrščamo med najenostavnejše evkariote. So enocelični ali večcelični organizmi, katerih vegetativno telo je lahko zelo reducirano, kroglasto ali nitasto (micelijsko-plesni). Življenjski cikel je enostaven ali sestavljen, z nespolnimi in spolnimi fazami. Ti organizmi so nefotosintetski in nimajo klorofila. Glive so

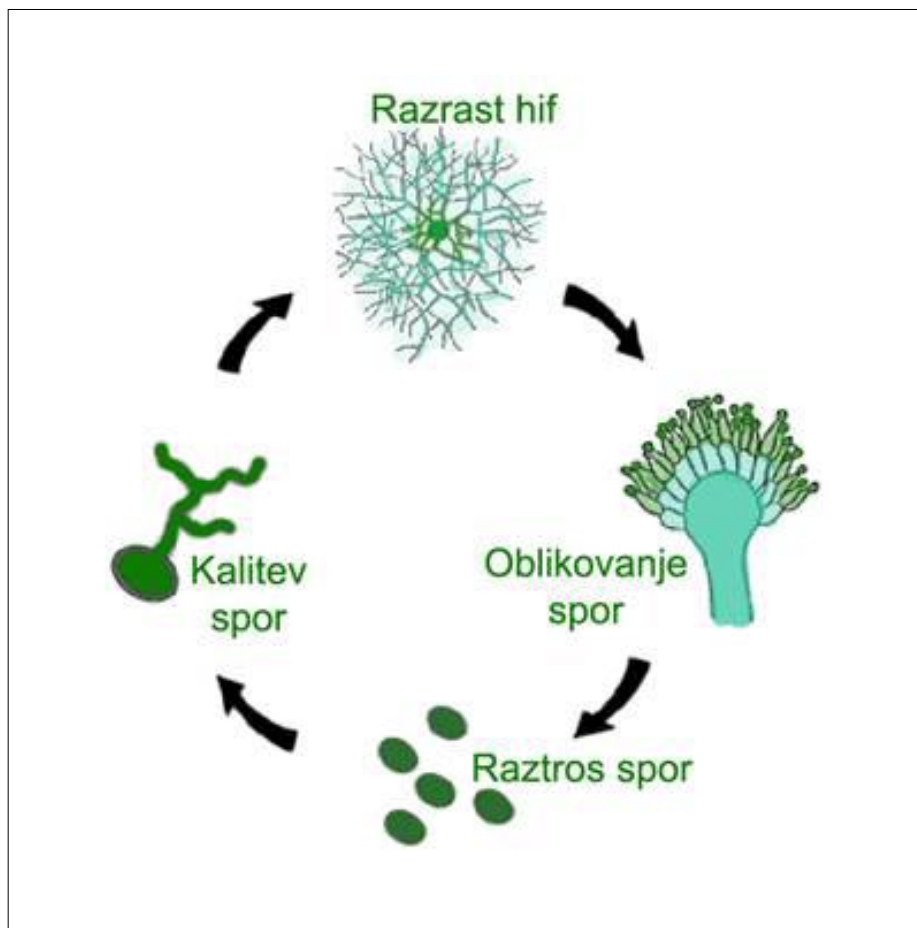
po svoji celični strukturi podobne rastlinam in običajno lahko izkoriščajo anorganske dušikove spojine. Po svojem metabolizmu, v katerem porabljajo kisik in izločajo CO_2 , pa so bolj podobne živalim. Zato glive uvrščamo v samostojno carstvo *Fungi*, *Mycota* ali *Myxotalia* (Adamič, 1992).

2.1 Nitaste glive ali plesni

Plesni so v naravi zelo razširjene. Pomembno in koristno vlogo igrajo pri kroženju snovi, ker pretvarjajo mrtvo organsko snov v anorgansko. Nekatere plesni uporabljamo za proizvodnjo hrane, encimov in antibiotikov. Nekatere povzročajo bolezni (Gubina, 1998). V vsakdanjem življenju kot plesni imenujemo nižje, nitaste ali filamentozne glive. Talus plesni je sestavljen iz bolj ali manj razvejenih nitk – hif. Preplet hif imenujemo micelij. Hife po funkciji delimo v vegetativne (prehranjevanje) in reproduktivne, na katerih nastanejo razmnoževalni organi (Adamič, 1992).

Pri plesnih ločimo dva načina razmnoževanja: nespolni in spolni. Pri nespolnem razmnoževanju potomci izhajajo iz talusa ali njegovih delov brez predhodne združitve dveh spolno različnih hif. Tako dobimo v krajšem času večje število potomcev. Nespolno razmnoževanje poteka s sporulacijo (s sporami) (slika 2). Spolni način razmnoževanja pri plesnih poteka le ob posebnih pogojih in daje veliko manj potomcev kot nespolni. Nekatere plesni spolnega razmnoževanja sploh nimajo, nekatere se lahko spolno razmnožujejo na več načinov. Kot rezultat različnega načina spolnega razmnoževanja poznamo različne oblike spolnih spor (Adamič, 1992).

Na splošno plesni glede hranil niso zahtevne, ker jim številni encimi omogočajo rast na različnih snoveh. Takšne snovi so na primer les, usnje, papir in tekstil. Plesni so odvisne od organskega ogljika v obliki sladkorjev, škroba, celuloze, maščobe in drugih snovi ob prisotnosti mineralov. Značilne barve micelija plesni so zelena, modra, rdeča, oranžna, rumena, rjava, črna, siva, vijolična itd. Optimalna temperatura zraka za rast večine plesni je 5 do 40 °C, pri relativni vlažnosti zraka višji od 75 % (Viitanen, 1991). Večina plesni uspeva pri temperaturi zraka 25 do 30 °C, nekatere tudi pri 35 do 37 °C. Rastejo v nevtralnih, rahlo alkalnih in celo kislih okoljih. Uspevajo lahko pri sorazmerno nizkih vodnih aktivnostih, in sicer 0,61 do 0,69 (Dragaš, 2004). Vodna aktivnost je razpoložljivost vode v živilu. Gre za razmerje med parcialnim tlakom vode nad raztopino in parcialnim tlakom čiste vode pri isti temperaturi (čista voda ima vodno aktiv-



Slika 2 • Razmnoževalni krog s sporami pri plesnih (Thiessen, 2011)

nost ena, vse preostale raztopine pa imajo vodno aktivnost manjšo od ena). Spore plesni so prisotne v zunanjem zraku in lahko prepotujejo velike razdalje, zato so prisotne tudi v notranjem okolju, vendar je koncentracija spor običajno nižja od zunanje. Koncentracija spor v zraku se skozi leto spreminja in je najvišja v poletju (Haas, 2007).

V stavbah z ustrezno izvedenim stavbnim ovojem in toplotno udobnimi mikroklimatskimi razmerami za ljudi (temperatura notranjega zraka θ , 20 do 26 °C, relativna vlažnost notranjega zraka ϕ , 30 do 70 %) spore nimajo priložnosti za kolonizacijo. Prostori z nizko relativno vlažnostjo zraka (ϕ) in značilnim gibanjem zraka, kot posledica ogrevanja ali naravnega prezračevanja (preprečeno zastajanje zraka v vogalih), niso ugodni za preživetje plesni. Če pa vlažnost zraka preseže 70 %, se vzpostavijo optimalne razmere za njihovo rast (Viitanen, 1991). Hranila v bivalnih prostorih predstavljajo tapete, les, prašni delci, sintetični in drugi materiali. Če je v bivalnem prostoru zaznati višjo koncentracijo spor kot v zunanjem zraku, rast plesni pa ni opazna, je

lahko v stanovanju prisotna tudi skrita plesen (slika 3) (Haas, 2007).

2.2 Vpliv gliv oziroma plesni na zdravje

Številne študije ((Fisk, 2007), (Gubina, 1998), (Institute of Medicine, 2004), (Kaufman, 2003), (Redd, 2012), (Simčič, 2010), (WHO, 2007), (Zock, 2012)) dokazujejo, da imajo glive v bivalnem in delovnem okolju lahko negativen vpliv na zdravje. Na splošno poznamo tri glavne mehanizme obolenj, ki jih povzročajo: okužbe, alergije in zastrupitve (Institute of Medicine, 2004). V vseh treh primerih je razvoj bolezni odvisen od vrste gliv. Okužbe najpogosteje zajamejo kožo in pljuča, redkeje pa tudi centralni živčni sistem, kosti, sklepe in bezgavke (Terr, 2004). Med alergije, ki jih povzročijo glive, uvrščamo: alergijsko glivično vnetje sinusov, alergijski rinitis, konjunktivitis, alergijsko astmo, preobčutljivostni pnevmonitis in intersticijsko pljučnico (Redd, 2002). Strupeni učinki gliv na človeško telo pa so bili zaznani tudi ob zaužitju (Terr, 2004). Glivne okužbe ali mikoze se pogosteje pojavljajo pri ljudeh, ki so zaradi imunskih okvar



Slika 3 • Plesen na steni, ki je bila skrita za pohištvom (Pajek, 2013)

manj odporni. Glive, ki povzročajo bolezen pri takih ljudeh, imenujemo oportunistične glive, ker bolezen povzročajo le v določenih

okoljih. Take glive so na primer glive iz rodov *Candida* in *Aspergillus* (Gubina, 1998). Okužbe, ki jih povzročajo glive (za

človeka patogene), delimo v površinske (zajamejo vrhno keratinsko plast kože), kožne (in podkožne) ter sistemske. Površinske in kožne povzročajo spremembe na koži, lasišču in nohtih (okužba s stikom z okuženimi površinami, zlasti na javnih mestih). Sistemske mikoze zajamejo enega ali več organov. Največkrat jih povzročajo glive, ki živijo v okolju, zemlji in na razpadajočih organskih ostankih. Okužba nastane z vdihavanjem zraka in prahu, okuženega s sporami gliv, in skoraj vedno najprej zajame pljuča (Dragaš, 2004).

Vse študije ((Fisk, 2007), (Gubina, 1998), (Institute of Medicine, 2004), (Kauffman, 2003), (Lednický, 2006), (Redd, 2012), (Simčič, 2010), (WHO, 2007), (Zock, 2012)) opisujejo podobne učinke plesni na zdravje. Glive in plesni vplivajo predvsem na zdravje dihal ((Redd, 2002), (Lednický, 2006)). Najpogostejše oblike bolezni so v vseh primerih kronična obstruktivna pljučna bolezen, astma, kašelj, težko dihanje ipd. Najbolj izpostavljene skupine so: imunsko oslabljeni ljudje, kadilci in otroci ((Lednický, 2006), (Simčič, 2010), (Fisk, 2007)). Možna je povezava izpostavljenosti plesnim z drugimi boleznimi, vendar ni znanstveno dokazana.

3 • ZAKONODAJNI OKVIR

Zakonske zahteve EU, ki se nanašajo na preprečevanje pojava plesni oziroma gliv v stavbah, so eksplicitno navedene v Uredbi (EU) št. 305/2011 o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov in osnovni zahtevi št. 3 (Higiena, zdravje in okolje) (Uredba 305/2011). V tej osnovni zahtevi je eksplicitno navedeno, da vlage v delih objekta ali na površinah znotraj objekta ne sme biti. Točka g te osnovne zahteve prepoveduje nastajanje vlage (kondenzacija vodne pare) tako v delih objekta kot na površinah znotraj objekta. Vлага v stavbi pa je ključnega pomena za pojav in rast plesni. Zahteve EU so neposredno prenesene v zakonodajni okvir RS, kjer so temeljni pravni akti na področju zaščite stavb pred vlago in preprečevanja nastanka plesni Pravilnik o zaščiti stavb pred vlago (Pravilnik, 2004), Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (Pravilnik, 2002), Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, PURES 1 (Pravilnik, 2008), Pravilnik o učinkoviti

rabi energije v stavbah, PURES 2 (Pravilnik, 2010), TSG – 1 – 004. Tehnična smernica (TSG, 2010) in Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Pravilnik, 2002).

Pravilnik o zaščiti stavb pred vlago (Pravilnik, 2004) navaja, da mora biti ovoj stavbe projektiran, izveden in vzdrževan tako, da stavbo štiti pred prodorom vlage v notranjost stavbe ter da štiti pred navlaževanjem materialov ali gradbenih konstrukcij, ki bi jih vlaga lahko poškodovala, povzročila razvoj plesni in gliv ali poslabšala njihove lastnosti do te mere, da bi bila ogrožena zanesljivost stavbe. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah PURES 2 (Pravilnik, 2010) in Tehnična smernica (TSG, 2010) navajata, da morajo biti objekti projektirani in zgrajeni tako, da se pri namenski uporabi vodna para, ki zaradi difuzije prodira v gradbeno konstrukcijo, ne kondenzira ali da celotna količina vodne pare, ki se je kondenzirala v gradbeni konstrukciji, niti na koncu računskega obdobja difuzijskega navlaževanja in izsuševanja

niti med njim ne more povzročiti gradbene škode. Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Pravilnik, 2002) podaja zahteve, ki se nanašajo na minimalno izmenjavo zraka za preprečitev pojava kondenzacije. V prostorih pa mora biti zagotovljena takšna vlažnost zraka, da s svojim neposrednim oziroma posrednim učinkom ne vpliva na ugodje in zdravje ljudi ter ne povzroči nastanka površinske kondenzacije na stenah (temperatura notranjega zraka θ , 20 do 26 °C, relativna vlažnost notranjega zraka ϕ , 30 do 70 %). Priporočljiva relativna vlažnost zraka v stanovanjskih prostorih znaša pod 60 %, kar zmanjšuje rast alergenih in patogenih organizmov. Prezračevalni sistemi morajo biti narejeni, vgrajeni in vzdrževani tako, da rast in razmnoževanje mikroorganizmov na vseh komponentah sistemov nista mogoča (Pravilnik, 2002).

Iz zgoraj navedenega je razvidno, da pravilniki prepovedujejo zadrževanje ter vdor vode in vlage v notranje okolje ter definirajo takšne mikroklimatske razmere, ki zmanjšajo možnost pojava in rasti gliv. S tem posledično tudi prepovedujejo nastanek plesni, ki bi lahko vplivale na zdravje ljudi.

4 • METODA

Sistematični pregled literature smo opravili v bibliografskih in faktografskih bazah podatkov, kot so Science Direct, Pub Med, JACI, Cobiss, Dimdi, Eric, Biosis, The Internet Public Library, Toxnet, Medical Dictionary Online in Organic compounds database. Relevantne vire literature smo iskali tudi na drugih spletnih naslovih, kot so World Health Organization (WHO), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), World Allergy Organization (WAO), Eurostat, Statistični

urad RS (SURS), Uradni list EU, Uradni list RS, Register predpisov, Ministrstvo za zdravje RS, Ministrstvo za infrastrukturo in prostor RS, Zavod za zdravstveno varstvo Ljubljana (ZZV LJ). Iskalni niz besed je bil izdelan v angleščini: »aspergillus AND mold AND building AND health« in slovenščini »aspergillus AND glive OR plesni AND stavba AND zdravje«. V pregled smo vzeli relevantno literaturo, objavljeno med letoma 1990 in 2013.

Z obširnimi pregledom literature smo povzeli lastnosti gliv oziroma plesni na konstrukcijskih sklopih v bivalnem in delovnem okolju, vzroke in minimalne razmere za njihovo rast in razvoj, vrsto gradbenih materialov, na katerih se pojavijo, in ugotovili razširjenost in možne posledice, ki jih imajo na zdravje ljudi.

Z anketo smo preučili razširjenost plesni na konstrukcijskih sklopih v Sloveniji in ugotavljali posreden možen vpliv na zdravje ljudi, ki živijo in delujejo v takšnem okolju. Anketni vprašalnik je bil izdelan na osnovi vprašalnikov obstoječih epidemioloških študij. Rezultate ankete smo primerjali z rezultati že opravljenih študij.

5 • PREGLED LITERATURE

5.1 Razširjenost pojava plesni v grajenem okolju

V Sloveniji je bila večina študij opravljena v bolnišničnem okolju z namenom preprečevanja bolnišničnih okužb ((Gubina, 1998), (Kavčič, 2009), (Simčič, 2010)). V študiji (Kavčič, 2009) so v okolici UKC Ljubljana izmerili naslednje povprečne koncentracije spor plesni ((CFU/m³), (CFU), colony-forming unit, število vidnih kolonij, sposobnost živih gliv, ki lahko tvorijo kolonije): na gradbišču 106,9 CFU/m³, v zunanjem zraku 69,81 CFU/m³, v bolnišničnem okolju 5,3 CFU/m³. Za okužbo imunsko oslabljenih ljudi zadošča že koncentracija 1 do 3 CFU/m³ (Richardson, 2003). V (Yang, 1993) so definirali zgornjo mejo dopustne koncentracije spor 200 CFU/m³, v (Reponen, 1990) pa 500 CFU/m³ (v zimskem času). V študiji (Simčič, 2010) so preučevali invazivno aspergilozo in njeno diagnostiko.

Študij na področju razširjenosti pojava gliv v stanovanjih in možnem vplivu na zdravje uporabnikov v Sloveniji ni. Za dobro primerjavo bi lahko uporabili študijo (Haas, 2007), ki je bila opravljena na avstrijskem Štajerskem. Okolje je podobno in primerljivo s podnebjem v osrednji Sloveniji, zato v zunanjem zraku lahko pričakujemo podobno koncentracijo spor gliv. Študija je primerjala koncentracijo spor v stanovanjih s koncentracijo spor v zunanjem zraku, kakovost notranjega zraka v stanovanjih s prisotno plesnijo in brez prisotne plesni ter ugotavljala, katera vrsta plesni je najbolj razširjena v različnih letnih časih. Rezultati študije so pokazali, da je bila rast plesni zaznana v 56 % od 66 analiziranih stanovanj.

Število stavb, v katerih so prisotne plesni, pa je v preteklih letih naraslo.

Tudi koncentracija spor gliv v zunanjem zraku posledično vpliva na koncentracijo spor gliv v notranjem okolju. Povprečne koncentracije spor gliv v zunanjem okolju so znašale 500 CFU/m³, v notranjih prostorih so bile koncentracije za približno tretjino nižje (v povprečju 80 CFU/m³) (Shelton, 2002). V nasprotju s temi izmerjenimi vrednostmi so v študiji (Haas, 2007) izmerili nekoliko nižjo koncentracijo spor gliv v zunanjem okolju, 330 CFU/m³ (80–1000 CFU/m³).

Med pomembne dejavnike za rast in razvoj plesni prištevamo tudi mikroklimatske razmere v stavbi, kot so θ , in φ , ter vrsta gradbenih materialov. V stanovanjih z vidno plesnijo sta najbolj pogosti vrsti *Penicillium sp.* (pomlad, jesen, zima) in *Aspergillus sp.* (poletje, zima) (Haas, 2007). V stanovanjih z vidno rastjo plesni je bila izmerjena povprečna letna koncentracija spor gliv 1700 CFU/m³ (najvišja izmerjena koncentracija je bila 8000 CFU/m³), kar je približno desetkrat več kot v zunanjem zraku. V stanovanjih, kjer ni bilo vidne rasti plesni, je bila povprečna letna koncentracija spor 260 CFU/m³ (najvišja tudi 3000 CFU/m³), kar je primerljivo s koncentracijami v zunanjem zraku (Haas, 2007). Povezavo med povišano koncentracijo spor v notranjem okolju s prisotno plesnijo je dokazana tudi v (Pasanen, 2001). Na Finskem so določili limitno vrednost spor za notranji zrak v stavbah, ki znaša 500 CFU/m³ (pozimi) (Ministry of Social Affairs and Health, 2003). V stanovanjih brez vidnih plesni, sta najbolj zastopana rodova

Cladosporium sp. (pomlad, poletje) in *Penicillium sp.* (pomlad, jesen, zima). Gliva *Aspergillus sp.* je še posebno zastopana pozimi.

Glivi *Penicillium sp.* in *Aspergillus sp.* sta v notranjem okolju večkrat zastopani v večjih koncentracijah kot v zunanjem, saj dobro uspevata na materialih, kot so tapete, oblažene površine in na zemlji lončnih rastlin. Seveda je potrebna zadostna količina vode oziroma vlage (Burge, 1990).

5.2 Mikroklimatske razmere in časovni razvoj plesni

Študije ((Nevalainen, 1991), (Pasanen, 2001)) so dokazale povezavo med sporami plesni v notranjem zraku stavb, povečano vlažnostjo zraka in vidno rastjo plesni. Avtor (Nevalainen, 1991) je v zimskem času v stavbah brez težav s vlažnostjo (stavbe z nizko φ , in brez težav s površinsko kondenzacijo) izmeril koncentracije spor pod 500 CFU/m³. V stavbah s težavami z vlažnostjo in s prisotno plesnijo pa so bile koncentracije spor od 600 do 450.000 CFU/m³.

V študiji (Haas, 2007) je bilo ugotovljeno, da ima največji vpliv na pojav plesni poškodba stavbnega ovoja (zamakanje, poplave). V stavbah, kjer je bilo vidno zamakanje ali pa so bile stavbe poplavljenе, sta bila rast in razvoj plesni mnogo večja kot v stavbah brez poškodb. Študije ((Johansson, 2012), (Haas, 2007)) so dokazale, da se plesni razvijejo pri relativni vlažnosti zraka med 75 in 95 %, v (Johansson, 2012) pa je bilo ugotovljeno, da se plesen pri θ , 10 °C razvija bistveno počasneje, kot pri θ , 22 °C. V nasprotju s študijo (Johansson, 2012) pa je v (Haas, 2007) ugotovljeno, da θ , v notranjosti obravnavanih stavb φ , 30 do 75 % na rast plesni nima bistvenega vpliva. Pri višjih

11. 12. 2012 (plesen prvič opažena) ($\theta_o = -8,2\text{ }^{\circ}\text{C}$)	14. 12. 2012 ($\theta_o = 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$)
	
20. 12. 2012 ($\theta_o = -3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$)	27. 12. 2012 ($\theta_o = 1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$)
	
2. 1. 2013 (po fotografiranju je bila plesen v celoti odstranjena) ($\theta_o = 2\text{ }^{\circ}\text{C}$)	17. 2. 2013 (plesen se znova pojavi na istih mestih) ($\theta_o = 1\text{ }^{\circ}\text{C}$)
	

Preglednica 1 • Časovni prikaz razvoja plesni v bivalnem okolju

φ , pa ima θ , pomemben vpliv na rast in razvoj plesni (Viitanen, 1991). Časovni razvoj plesni je odvisen od vrste materiala (0 do 1 teden na mavčno-kartonskih ploščah za zunanjo rabo), (4 do 8 tednov na lesu), (več kot 12 tednov na cementnih ploščah, ekstrudiranem polistirenu in stekleni volni) (Johansson, 2012).

Za primerjavo smo spremljali časovni razvoj plesni v bivalnem okolju na konkretnem objektu v Sloveniji. Plesen se je razvila v zgornjem kotu prostora, na mestu toplotnega mostu, kjer prihaja do nizkih površinskih temperatur in posledične kondenzacije vodne pare iz zraka. Izmerjena povprečna θ , v prostoru je bila 22 °C. V preglednici 1 je predstavljena časovna sekvenca razvoja plesni. Za vsak dan posebej je v oklepajih napisana povprečna dnevna temperatura zunanjega zraka θ_o . Desetdnevno povprečje θ_o pred prvič opaženo plesnijo je bilo -2,72 °C (najnižja θ_o -10,3 °C) (ARSO, 2013). Posledica mikroklimatskih razmer in zasnove konstrukcijskih sklopov je kondenzacija vodne pare na območjih toplotnih mostov.

Iz rezultatov v preglednici 1 lahko sklepamo, da se plesen razvija relativno hitro in da z odstranitvijo plesni ne rešimo problema. Dejstvo je, da vzroke, kot so denimo toplotni mostovi, težko rešujemo, ko je stavba že zgrajena, zato jih je treba preprečiti v fazi načrtovanja in izvedbe stavbe. Danes se večinoma poslužujemo enostranskih ukrepov, ki kratkoročno odstranijo le posledice in ne vzroka. Na tržišču so izdelki za odstranjevanje plesni na osnovi belil (na primer vodikov peroksid), kislin ali kloridov, ki poslabšajo kakovost zraka in so zdravju škodljivi. Uspeh pa je le kratkotrajen, enosmeren. V preglednici 1 vidimo, da se je v malo več kot enem mesecu po odstranitvi plesni ob ugodnih razmerah za rast ta vnovič pojavila v približno enakem obsegu kot prej.

5.3 Vpliv gradbenih materialov na rast in razvoj plesni

V študiji (Johansson, 2012) so z laboratorijskim poskusom želeli ugotoviti razvoj gliv na različnih gradbenih materialih (materiali na osnovi lesa, mavčne plošče in neorganske plošče). Teste so opravljali pri dveh različnih θ , 10 °C in 22 °C ter pri φ , 75 do 100 %. Pri θ , 22 °C se na borovem lesu in vezanih ploščah plesen razvije pri φ , 75 do 80 %, na ivernih ploščah pri φ , 80 do 85 %, na tankih lesonitnih ploščah pri φ , 85 do 89 %, na mavčno-kartonskih ploščah za vlažne prostore in za zunanjo rabo ter na bitumenski lepenki pri φ , 89 do 95 %. Na cementnih ploščah, stekleni

volni in ekstrudiranem polistirenu se plesen razvije pri θ , 22 °C in φ , večjih od 95 %. V študiji (Johansson, 2012) navajajo, da na cementnih ploščah, ekstrudiranem polistirenu in stekleni volni rasti plesni ni bilo.

V študiji (Haas, 2007) so ugotovili, da starost in tip hiše, uporabljeni gradbeni materiali za nosilno konstrukcijo (opeka, beton, les), tip oken in različno toplotno izoliran ovoj niso vplivali na rast plesni. Večji vpliv ima vrsta uporabljenih materialov za finalno obdelavo. V prostorih z leseno talno oblogo so dokazali manjšo rast gliv kot v prostorih s talnimi oblogami iz umetnih mas, preprogami ali keramiko. V prostorih, kjer so bile stene premazane z emulzijskimi barvami, so bile večje koncentracije spor višje v prostoru kot v primerih sten z mineralnim ometom. V poročilu (WHO, 2007) navajajo, da prašni delci v kombinaciji z vlago zagotavljajo zadostno količino hranil za razvoj plesni, ki se posledično lahko razvije na kateremkoli materialu.

5.4 Vplivi gliv na zdravje ljudi v bivalnem in delovnem okolju

V poročilu (WHO, 2007) je navedeno, da povečana vlaga v stavbah predstavlja tveganje za zdravje uporabnikov. Pogosta posledica povečane vlažnosti zraka ali vlage na konstrukcijskih sklopih je razvoj gliv oziroma plesni. Izpostavljenost obsežni rasti plesni v notranjih prostorih pa ima lahko negativen vpliv na zdravje (WHO, 2007). Negativen vpliv na zdravje je namreč odvisen od vrste plesni, časa izpostavljenosti, doze in individualnih značilnosti posameznika ((Yassi, 2001), (Eržen, 2010)). V (WHO, 2007) je navedeno, da plesni lahko povzročajo simptome, kot so kašelj, težko dihanje in vodijo do pojava astme ter drugih bolezni dihal. V primeru, da ima posameznik kronično obstruktivno pljučno bolezen in astmo, lahko ob izpostavljenosti plesnim občuti oteženo dihanje. Zelo pogoste bolezni, ki jih povzročajo plesni, so tudi alergijske bolezni (WHO, 2007).

Glive rodu *Aspergillus* prištevamo med najbolj agresivne plesni. Povzročajo aspergilozo dihal, ki jo prištevamo med bolezni, povezani s stavbo (building related illness, BRI). Okužbe, ki jih povzročajo glive *Aspergillus*, se pojavijo tudi pri zdravih ljudeh, bolj občutljivi pa so ljudje z oslabljenim imunskim sistemom in kroničnim obolenjem dihal ((Lednický, 2006), (Geisler, 2002)). V (Kauffman, 2003) je navedeno, da lahko aspergiloza pri ljudeh, ki so atopični (genetska nagnjenost k razvoju preobčutljivostnih reakcij (WAO,

2013)), povzroči hudo alergijsko reakcijo, težko dihanje, pljučno infiltracijo in posledično pljučno fibrozo. Pri ljudeh z atopijo se lahko kot posledica okužbe z glivo *Aspergillus* razvije tudi bolezen sinusov (kronični sinusitis). V (Shin, 2004) je dokazano, da ti pacienti kažejo pretiran hormonski in celični odziv na plesen. Povezave med izpostavljenostjo plesnim v notranjih prostorih in drugimi negativnimi vplivi na zdravje, kot je pljučna krvavitev in izguba spomina, še niso bile znanstveno dokazane (Redd, 2012).

V poročilu o alergenih v notranjem okolju Instituta za medicino v Washingtonu (Institute of Medicine, 2004) so prišli do zaključka, da so glive v zraku grajenega okolja pomemben izvor alergenov. Ti so povezani z obolenji, kot so alergijski rinitis ali konjunktivitis, alergijska astma in preobčutljivostni pnevmonitis (Redd, 2012).

V (Fisk, 2007) sta v metaanalizi preučena povezava med plesnimi in vlago v notranjih okoljih ter vpliv na zdravje dihal. Rezultati metaanalize (preglednica 2) so pokazali, da ima izpostavljena populacija (otroci, odrasli) za 1,70-krat večje obete (OR) za razvoj simptomov zgornjega dela dihal kot neizpostavljena populacija, sledi kašelj z 1,67 OR, težko dihanje z 1,5 OR, trenutno diagnosticirana astma z 1,56 OR, kdajkoli v preteklosti diagnosticirana astma z 1,37 OR, trenutni razvoj astme z 1,34 OR. Najbolj občutljiva skupina so otroci, pri katerih je tveganje za negativen vpliv plesni na zdravje bolj verjeten (kašelj 1,75 OR), (težko dihanje 1,53 OR) (Fisk, 2007). Razmerje obetov ali relativni obeti (ali OR (odds ratio)) pomenijo razmerje med izpostavljenimi in neizpostavljenimi v opazovani populaciji (Eržen, 2010).

Prisotne plesni kot posledica povečane vlažnosti v notranjih okoljih imajo lahko negativen vpliv na zdravje izpostavljenih ljudi. (Fisk, 2007) navaja, da je vidna prisotnost vlage, plesni ali vonja po plesni v 30 do 52 % primerih lahko vzrok za različne simptome in bolezni dihal. V (Mudarri, 2007) je ocenjeno, da je 21 % primerov astme v ZDA lahko povezanih z vlago in plesnijo v stavbah, kar državo letno stane 3,5 milijarde dolarjev. Metaanaliza (Fisk, 2007) je pokazala povezavo med plesnimi in vlago v notranjih okoljih ter vpliv na zdravje dihal. Pojavijo se simptomi zgornjega dela dihal, kot so kašelj, težko dihanje, rinitis, sinusitis. Prav tako pa ni zanemarljiv vpliv plesni na nastanek oziroma razvoj drugih bolezni dihal (astma). Najbolj občutljivi so predvsem otroci.

Vpliv na zdravje dihal	Preučevana populacija	Št. študij	Razmerje obetov* (razpon)
Simptomi zgornjega dela dihal	Vsi	13	1,70 (1,44–2,00)
Kašelj	Vsi	18	1,67 (1,49–1,86)
	Odrasli	6	1,52 (1,18–1,96)
	Otroci	12	1,75 (1,56–1,96)
Težko dihanje	Vsi	22	1,50 (1,38–1,64)
	Odrasli	5	1,39 (1,04–1,85)
	Otroci	17	1,53 (1,39–1,68)
Prisotna astma	Vsi	10	1,56 (1,30–1,86)
Kadarkoli prisotna astma	Vsi	8	1,37 (1,23–1,53)
Razvijajoča se astma	Vsi	4	1,34 (0,86–2,10)

* Razmerje obetov ali relativni obeti (ali OR (odds ratio)) pomenijo razmerje med izpostavljenimi in neizpostavljenimi v opazovani populaciji (Eržen, 2010). Pomenijo, kakšni so obeti za opazovan pojav (razvoj simptomov, zboleli) v skupini izpostavljenih v primerjavi s skupino neizpostavljenih (Eržen, 2010). Plesnim izpostavljena populacija ima 1,7-krat večje obete za razvoj simptomov zgornjega dela dihal kot neizpostavljena populacija.

Preglednica 2 • Izpostavljenost plesnim v notranjih okoljih in vpliv na zdravje dihal, preučevana populacija, število obravnavanih študij, razmerje obetov (Fisk, 2007)

Drugi vplivi gliv na zdravje ljudi v različnih študijah so povzeti v preglednici 3.

Referenca, objava	Vpliv na zdravje
(Simčič, 2010), Slovenija	Povzročajo bolezn dihal: cistična fibroza, kronična obstruktivna pljučna bolezen, druge bolezni dihal. Pojav bolezni je odvisen od zdravstvenega in imunskega stanja človeka. Pogostejše se bolezen pojavi pri kadilcih. Invazivne (bolnišnične) okužbe s plesnimi <i>Aspergillus sp.</i> najpogostejše prizadenejo človeka po presaditvi srca ali pljuč.
(Redd, 2002), ZDA	Z vdihavanjem spor povzročajo okužbe dihal. Najpogostejša so alergijska obolenja, kot so: alergijski rinitis in konjunktivitis, alergijska astma in preobčutljivostni pnevmonitis. Pri ljudeh z astmo, v primeru izpostavljenosti plesnim, povzročajo oteženo dihanje. Okužbe se pojavijo pri občutljivih ljudeh (imunsko oslabljeni ljudje ali z začetki pljučne bolezni), predvsem v bolnišnicah. Možna je povezava plesni s pljučno krvavitvijo in izgubo spomina, a ni znanstveno dokazana. Izpostavljenost plesnim ne privede vedno do težav z zdravjem.
(Zock, 2002), Španija in Velika Britanija	Lahko povzročajo astmo in bronhialno odzivnost ter simptome, kot so težko dihanje in piskanje v pljuči. Simptomi so lahko alergijski ali nealergijski.
(Gubina, 1998), Slovenija	Večina okužb je oportunističnih. Izpostavljena skupina so imunsko oslabljeni ljudje. Povrhnje okužbe (kandidoza) prizadenejo sluznico ustne votline, požiralnika in nožnice. Globoke okužbe s kandido povzročajo vročino in občasne bolečine v zgornjem delu trebuha. Pri imunsko oslabljenih aspergiloza najpogostejše prizadene pljuča.

Preglednica 3 • Vpliv gliv (plesni) na zdravje ljudi pri različnih študijah

Nekatere plesni lahko občasno naselijo tudi dihalna zdravih ljudi. Posebno občutljiva skupina ljudi so kadilci (Simčič, 2010). Nekatere študije navajajo, da plesni lahko povezujemo tudi z nekaterimi vrstami raka. Aflatoksin in ohratoksin A, ki sta produkt gliv rodu *Aspergillus*, sta klasificirana kot kancerogena (Eduard, 2006). Z njima se okužimo predvsem z zaužitjem okužene, plesnive hrane.

Plesni lahko povzročajo bolezni tudi v delovnem okolju. Znano je, da so bolezni dihal delavcev povezane z izpostavljenostjo plesnim na delovnem mestu. V industrijskih in kmetijskih okoljih (na primer delo s plesnivo krmo ipd.) se zaradi izpostavljenosti plesnim pojavijo predvsem preobčutljivostni pnevmonitis in drugi alergijski odzivi in okužbe dihal (npr. aspergiloza) (Redd, 2002). Epidemije so pogosto povezane z gradbenimi deli, pri katerih se praši (Gubina, 1998).

Glive so v bolnišničnem okolju postale pogost povzročitelj smrtno nevarnih okužb, katerih obvladovanje in preprečevanje sta izrednega pomena (Gubina, 1998). Študije ((Latgé, 1999), (Gubina, 1998), (Geisler, 2002), (Lednický, 2006)) so dokazale, da plesni rodu *Aspergillus sp.* povzročajo številna obolenja, ki so odvisna predvsem od bolnikovega imunskega stanja. Občutljiva skupina ljudi so bolniki z napredovalo okužbo z virusom HIV, bolniki s prirojeno imunsko pomanjkljivostjo in bolniki po presaditvi krvotvornih matičnih celic ali čvrstih organov (Walsh, 2008). Prisotne so tudi na površini dihalnih poti bolnikov z astmo, cistično fibrozo in kronično obstruktivno pljučno boleznijo (Kauffman, 2003). Oportunistične plesni najdejo gostitelja tudi v primeru, če pacient, ki je dovzeten za okužbo, sploh ni v stavbi, izpostavljeni vodi ali zamakanju (Gubina, 1998). Težave pri obvladovanju in preprečevanju bolnišničnih

okužb, ki jih povzročajo glive, povzroča tudi odpornost nekaterih plesni vrste *Aspergillus sp.* proti antimikotikom (Dagenais, 2009). Izpostavljenost plesnim sicer ne privede vedno do težav z zdravjem. Vsekakor pa je treba izvajati rutinske ukrepe za preprečevanje rasti plesni v notranjem okolju, saj so nekateri ljudje že alergični nanjo ali pa postanejo alergični kasneje.

5.5 Rezultati ankete in primerjava z obstoječimi študijami

Leta 2002 so z anketo v 38 šolskih centrih predvsem po Evropi (19.218 anketiranih oseb, v 14 evropskih državah in štirih neevropskih) opravili raziskavo vpliva plesni, vlage in prahu na zdravje (Zock, 2002). Raziskava je pokazala, da je bila višja prevalenca astme rezultat prisotnih plesni v bivalnem okolju. Bistveni rezultati študije so povzeti v preglednici 4.

Stanje	Delež odgovorov (%)	Razmerje obovet			
		Zadihanost in piskanje v pljučih	Piskanje v pljučih brez znakov prehlada	Prisotnost astme	Bronhialna odzivnost
Prisotnost vode (poškodbe vodovodne napeljave, zamakanje, poplave)	12,4	1,16 (1,00–1,34)	1,23 (1,06–1,44)	1,13 (0,95–1,35)	1,15 (0,97–1,35)
Vlaga v kletnih prostorih	2,2	1,46 (1,07–2,01)	1,26 (0,81–1,98)	1,54 (0,84–2,82)	1,05 (0,71–1,55)
Prisotnost plesni v zadnjem letu	22,1	1,34 (1,18–1,51)	1,44 (1,30–1,60)	1,28 (1,13–1,46)	1,14 (1,01–1,29)

Preglednica 4 • Povezanost med lastnostmi stavbe in težavami dihal (Zock, 2002)

Rezultati analize (povezava med vlago in plesnimi v notranjih okoljih ter zdravjem dihal) so pokazali, da ima izpostavljena populacija 1,16- do 1,46-krat večje obete za zadihanost in piskanje v pljučih kot neizpostavljena populacija, piskanje v pljučih brez znakov prehlada 1,23 do 1,44 OR, prisotnost astme 1,13 do 1,54 OR in bronhialno odzivnost 1,05 do 1,15 OR (Zock, 2002).

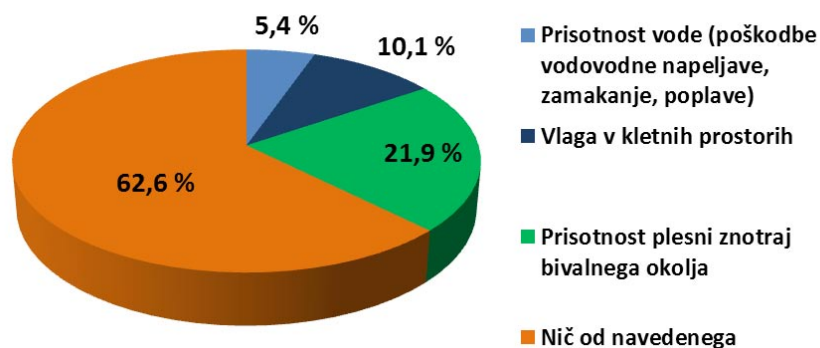
Rezultate iz študije (Zock, 2002) smo primerjali z rezultati elektronske in pisne ankete, ki smo jo opravili leta 2012. Anketa je izpolnilo 266 udeležencev (120 moških, 146 žensk) s povprečno starostjo 25 let. Anketo je sestavljalo dvanajst vprašanj. Razdeljena so bila na tri podpoglavja: Demografski podatki, Podatki o bivalnem okolju in Podatki o zdravju. V poglavju Demografski podatki smo anketirance vprašali o spolu, starosti in lokaciji doma. V poglavju Podatki o bivalnem okolju smo anketirance vprašali o starosti in vrsti notranjega okolja (hiša/stanovanje, starejše/novejše od 20 let), o številu in

starosti otrok v gospodinjstvu ter o poklicu oziroma vrsti dela in starosti stavbe, kjer poklic opravljajo. V poglavju Podatki o zdravju smo anketirance vprašali, ali so v zadnjih dvanajstih mesecih opazili simptome, ki so v povezavi s težavami z dihalo, vprašali smo jih, ali so kadilci ter kakšno vrsto talne obloge imajo v spalnem in dnevnem prostoru. V tem poglavju smo anketirance vprašali še, kako prezračujejo bivalno okolje (naravno, mehansko, kombinirano), in ali je bilo njihovo bivalno okolje v zadnjih dvanajstih mesecih prizadeto zaradi poplav, vlage ali plesni. Zadnje vprašanje se je nanašalo na material, iz katerega je pohištvo (les, iverne plošče). Pričakovali smo, da je v Sloveniji prisotnost plesni pogosta ter da je možna povezava plesni s težavami z dihalo. V nadaljevanju so prikazani rezultati, ki se nanašajo na razširjenost pojava plesni v grajenem okolju v Sloveniji ter posredno vpliv na zdravje. Drugi rezultati ankete bodo predmet naših nadaljnjih analiz.

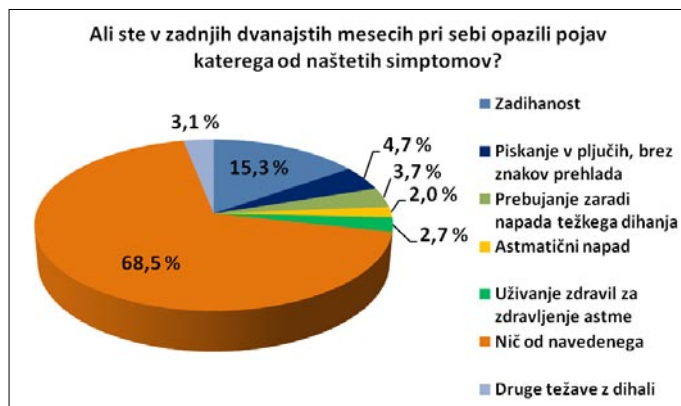
Na sliki 4 so prikazani odgovori na zastavljeno vprašanje ankete: Ali ste v svojem bivalnem okolju v zadnjih dvanajstih mesecih opazili vpliv kakšnega od naslednjih pojavov? Nekateri anketiranci so v bivalnem okolju hkrati opazili tudi več omenjenih pojavov, zato je dejanski delež anketirancev, ki niso opazili nobenega od pojavov, 65,4 %. Torej je delež ljudi, ki imajo težave z vodo, vlago ali plesnijo 34,6 %. Rezultati prikazujejo, da je 5,4 % anketirancev odgovorilo, da je v bivalnem okolju v zadnjih dvanajstih mesecih opazilo prisotnost vode (poškodbe vodovodne napeljave, zamakanje, poplave), 10,1 % anketirancev ima težave z vlago v kletnih prostorih in kar 21,9 % jih je opazilo prisotno rast plesni v bivalnem okolju. Če primerjamo opravljeno anketo v Sloveniji z rezultati raziskave, ki jo je izvedel Zock s sod. (Zock, 2002) v 14 evropskih in štirih neevropskih državah, so rezultati zelo podobni. V raziskavi Zocka (2002) je 12,4 % anketirancev v zadnjih dvanajstih mesecih v notranjih okoljih opazilo prisotnost vode (poškodbe vodovodne napeljave, zamakanje, poplave), 2,2 % anketirancev ima težave z vlago v kletnih prostorih, 22,1 % anketirancev je opazilo prisotnost plesni. V naši anketi je več kot petina udeležencev odgovorila, da imajo v notranjem okolju prisotno plesen, kar je znoteen delež anketiranih. Poleg tega pa ima 15,5 % anketirancev težave z vlago in vodo, ki predstavlja dobre razmere za rast in razvoj plesni.

Vpliv na zdravje anketiranih smo ugotavljali posredno. Na sliki 5 so prikazani odgovori na zastavljeno vprašanje ankete: Ali ste v zadnjih dvanajstih mesecih pri sebi opazili pojav katerega od naštetih simptomov? 15,3 % anketirancev je odgovorilo, da je v zadnjih dvanajstih mesecih pri sebi opazilo, da imajo simptome zadihanosti, 4,7 % piskanje v pljučih, 3,7 % prebujanje zaradi napadov težkega dihanja, 3,1 % druge težave z dihalo, 2,7 % jih uživa zdravila proti astmi in 2,0 % anketirancev ima astmatične napade. Nekateri anketiranci so

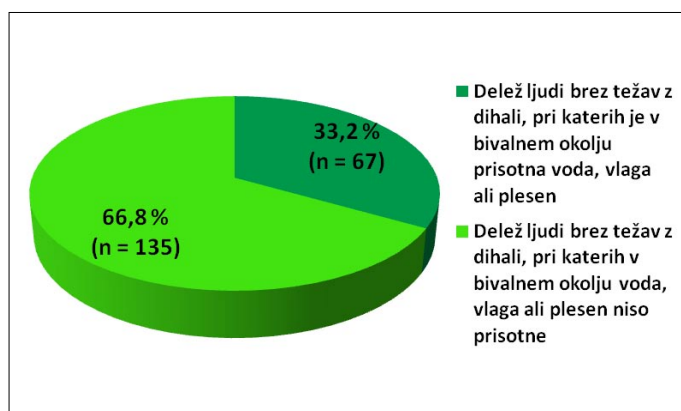
Ali ste v svojem bivalnem okolju v zadnjih dvanajstih mesecih opazili vpliv kakšnega od naslednjih pojavov?



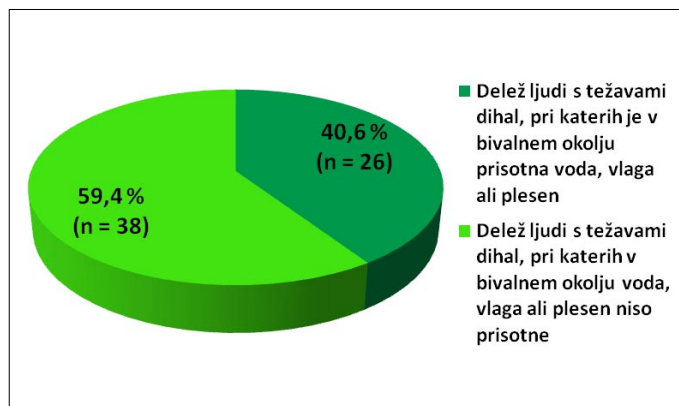
Slika 4 • Rezultati anketnega vprašanja, ki se navezuje na pojav vlage, vode in plesni v bivalnem okolju



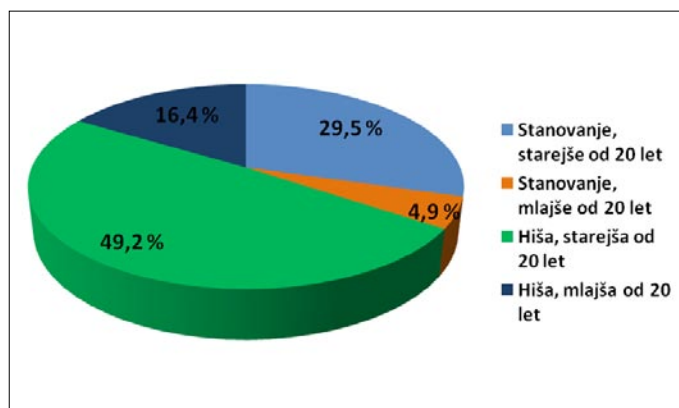
Slika 5 • Rezultati vprašanja ankete, povezanega z zdravjem in uživanjem zdravil za zdravljenje astme



Slika 7 • Delež anketirancev brez težav z dihal, pri katerih so v bivalnem okolju prisotne voda, vlaga ali plesen, v primerjavi z deležem anketirancev brez težav z dihal, pri katerih v bivalnem okolju voda, vlaga ali plesen niso prisotne



Slika 6 • Delež anketirancev s težavami dihal, pri katerih so v bivalnem okolju prisotne voda, vlaga ali plesen, v primerjavi z deležem anketirancev s težavami dihal, pri katerih v bivalnem okolju voda, vlaga ali plesen niso prisotne



Slika 8 • Starost stavb, v katerih je bila plesen

opazili tudi več kot enega od naštetih simptomov, zato je dejanski odstotek ljudi brez težav z dihal 75,9 %, torej je skupen delež ljudi s težavami dihal 24,1 %.

Če primerjamo rezultate ankete z rezultati raziskave, ki jo je izvedel Zock s sodelavci (Zock, 2002), dobimo primerljive rezultate. 15,3 % anketirancev je odgovorilo, da imajo težave z zaduhanostjo (v raziskavi Zock, 2002,

11,3 %), in 4,7 % anketirancev ima težave s piskanjem v pljučih (v raziskavi Zock, 2002, 13,3 %). Delež ljudi z astmo znaša 8,4 % (v raziskavi Zock, 2002, 8,5 %).

Delež anketirancev s težavami dihal, pri katerih so v bivalnem okolju prisotne voda, vlaga ali plesen v primerjavi z deležem ljudi s težavami dihal, pri katerih v bivalnem okolju voda, vlaga ali plesen niso prisotne, je prikazan

na sliki 6. Na sliki 7 pa je predstavljen delež anketirancev brez težav z dihal, pri katerih so v bivalnem okolju prisotni voda, vlaga ali plesen, v primerjavi z deležem ljudi brez težav z dihal, pri katerih v bivalnem okolju voda, vlaga ali plesen niso prisotne. Starost stavb, v katerih je bila prisotna plesen, je bila kar v 78,7 % večja od 20 let in le 21,3 % manjša od 20 let (slika 8).

6 • SKLEP

K preprečevanju in obvladovanju pojava plesni v grajenem okolju in vpliva na zdravje ljudi je treba pristopiti celostno ((Dovjak, 2010), (Dovjak, 2012b)). Poznati moramo značilnosti lokacije, namembnost stavbe in njenih prostorov, mikroklimatske razmere (temperatura zraka, temperatura površin, operativna

(občutena) temperatura, hitrost gibanja zraka, vlaga) in značilnosti uporabnika ((Dovjak, 2010), (Dovjak, 2012), (Dovjak 2012b), (Dovjak, 2013)). Pomembno je, da je φ v prostorih nižja od 60 %, v kolikor ni zahtevana višja. Razpon θ_i , ki je običajno dosežen v notranjih okoljih (v času ogrevalne sezone med 19 in

24 °C, zunaj ogrevalne sezone med 22 in 26 °C), pri razvoju plesni nima večjega pomena, saj so dosežene θ_i bolj ali manj ugodne za rast in razvoj plesni. Večji pomen ima φ zraka, ki mora biti nadzorovana.

Ovo stavbe mora biti načrtovan in zgrajen tako, da ne prepušča vlage, obenem pa mora biti dobro toplotno izoliran, da preprečimo potencialno problematične temperature na površinah, na katerih lahko nastane kondenzacija vodne pare. Pomemben je tudi nadzor

nad gradnjo in izvedbo konstrukcijskih detajlov. Prostore, ki so bili prizadeti zaradi poplavl ali so bili kako drugače izpostavljeni vodi, je treba hitro in učinkovito sanirati.

Stavbni ovoj je treba načrtovati in izvajati tako, da konstrukcijskih toplotnih mostov ni oziroma ti ne povzročajo negativnih posledic. Pri tem je posebno pozornost treba posvetiti izboru materialov, saj se na organskih materialih (na primer les, tekstil ipd.) glive najhitreje razvijajo. Še posebno je to pomembno v okolici obstoječih toplotnih mostov (okolica oken,

stene pri stikih z balkoni itd.), geometrijskih toplotnih mostov (vogali), kjer so pogosto nižje površinske temperature in s tem povečane možnosti površinske kondenzacije, ter na drugih mestih, izpostavljenih vlagi.

Pomembno vlogo ima tudi primeren režim prezračevanja. S tem ko zračimo prostore, zamenjamo iztrošen in (pre)vlažen zrak s svežim, bolj »suhim« in s tem znižamo relativno vlažnost zraka v prostoru, kar je za razvoj in rast gliv neugodno (Dovjak, 2012). Sanacija že nastalih problemov je težavna in velikokrat

zapletena, saj je treba odstraniti vzroke, kar pogosto pomeni drastičen poseg v stavbni ovoj. Pri tem je nujen interdisciplinarni pristop, sodelovanje strok, ker le tako lahko zagotovimo pravičen in celovit način reševanja nastalega problema. Pomembno je ozaveščanje ljudi o nevarnosti, ki jo predstavljajo plesni. Informacije o vplivih na zdravje lahko v slovenskem jeziku najdemo na spletni strani Zavoda za zdravstveno varstvo Ljubljana (ZZV LJ, 2012) ter v angleškem jeziku na strani Centers for Disease Control and Prevention (CDC, 2012).

7 • ZAHVALA

Članek je nastal v okviru seminarja z naslovom Vpliv bioloških in kemičnih dejavnikov tveganj za zdravje uporabnikov v grajenem okolju, pri predmetu bivalno okolje drugostopenjskega magi-

strskega študijskega programa STAVBARSTVO (MAST), Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani. Pri izvedbi študije se za pomoč in sodelovanje zahvaljujemo

asist. Andreji Kukec, Katedri za javno zdravje, Medicinski fakulteti, Univerzi v Ljubljani. Pri izvedbi anket se zahvaljujemo ge. Marjeti Pajek in vsem, ki so v anketi sodelovali.

8 • LITERATURA

Adamič, J., Alačević, M., Batič, M., Biotehnologija. Ljubljana, BIA, d.o.o., str. 634, 1992.

ARSO, Agencija RS za okolje, Vreme in podnebje, <http://www.arso.gov.si>, povzeto 1. 3. 2013.

Burge, H. A., Bioaerosols: prevalence and health effects in the indoor environment, *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 86, 687, 1990.

CDC, Centers for Disease Control and Prevention, <http://www.cdc.gov/mold/stachy.htm>, povzeto 6. 12. 2012.

Dagenais, T. R. T., Keller, N. P., Pathogenesis of *Aspergillus fumigatus* in Invasive Aspergillosis, *Clin Microbiol Rev* 2009, 22, 447–465, 2009.

Dovjak, M., Shukuya, M., Olesen, B. W., Krainer A., Analysis on exergy consumption patterns for space heating in Slovenian buildings, *Energy policy*, Vol. 38, No. 6, 2998–3007, 2010.

Dovjak, M., SBS, BRI: Sindrom bolnih stavb, bolezni, povezane s stavbo. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente, 51 str., <http://kske.fgg.uni-lj.si/>, povzeto 12. 12. 2012, 2012a.

Dovjak, M., Individualization of personal space in hospital environment, Doctoral dissertation. Nova Gorica: Environmental Sciences, 2012b.

Dovjak, M., Fiziologija človeka, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente, 100 str., <http://kske.fgg.uni-lj.si/>, povzeto 1. 12. 2012, 2012c.

Dovjak, M., Kukec, A., Kristl, Ž., Košir, M., Bilban, M., Shukuya, M., Krainer, A., Integral Control of Health Hazards in Hospital Environment Indoor and Built Environment 1420326X12459867, first published on September 25, 2012 as doi: 10.1177/1420326X12459867, 2012.

Dovjak, M., Shukuya, M., Krainer, A., Individualisation of personal space in hospital environment, *International Journal of Exergy*, Accepted Paper, 1–19, 2013.

Dragoš, A. Z., Mikrobiologija z epidemiologijo. Ljubljana, DZS, str. 174, 2004.

Eduard, W., Fungal spores, The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risk from Chemicals, *Arbete och Hälsa*, 21, 1–145, 2006.

Eržen, I., Zdravje in okolje, izbrana poglavja, Univerza v Mariboru, Medicinska fakulteta, 2010.

Evans, G. W., McCoy, J. M., When buildings don't work: The role of architecture in human health, *Env.Pschy.*, 1998, 18, 85–94, 1998.

Fisk, W. J., Lei-Gomez, Q., Mendell, M. J., Meta-analyses of the associations of respiratory health effects with dampness and mold in homes, *Indoor Air*, 17, 284–296, 2007.

Geisler, W. M., Corey, L., Chlamydia pneumoniae respiratory infection after allogeneic stem cell transplantation, *Transplantation*, 73, 1002–1005, 2002.

Gubina, M., Dolinšek, M., Škerl, M., Bolnišnična higiena. Ljubljana: Medicinska fakulteta: 325 str, izbrana poglavja, 1998.

Haas, D., Habib, J., Galler, H., Assessment of indoor air in Austrian apartments with and without visible mold growth, *Atmospheric Environment*, 41, 25, 5192–5201, 2007.