

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA MARIBOR

DIPLOMSKO DELO

**IZVEDBA LESENIH TALNIH OBLOG
Z VPLIVOM RELATIVNE ZRAČNE VLAŽNOSTI
NA NASTAJANJE DEFORMACIJ**

Kandidat: Vinko Štern

Študent študija ob delu

Številka indeksa: 11190122695

Program: gradbeništvo

Mentor: Bojan Dapčević, univ. dipl. ing. grad.

Maribor, julij 2009

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Vinko Štern, z vpisno številko 11190122695, sem avtor diplomskega dela z naslovom:

IZVEDBA LESENIH TALNIH OBLOG Z VPLIVOM RELATIVNE ZRAČNE VLAŽNOSTI NA NASTAJANJE DEFORMACIJ

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo diplomsko delo izključno rezultat mojega dela;
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastno – kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah (Ur. l. RS, št. 16/2007; v nadaljevanju ZAPS), prekršek pa podleže tudi ukrepom VSŠ Academia skladno z njenimi pravili;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in za moj status na VSŠ Academia;
- skladno z 32.a členom ZAPS dovoljujem VSŠ Academia dajanje avtorskega dela na voljo javnosti – z objavo diplomskega dela na elektronskem mediju, tj. e-portalu šole.

Maribor,

Podpis:

ZAHVALA

Zahvala gre mentorju g. Bojanu Dapčeviću za pripravljenost in usmerjanje pri izdelavi diplomskega dela, osebju Academie za ustrežljivost in angažiranje, ge. Barbari Vinkler za opravljeno lektoriranje, posebej pa ravnateljici ge. Mirjani Ivanuša - Bezjak, ki je vse tekom študija znala vedno prisluhniti in bodriti.

POVZETEK

Z neustrezno klimo v prostorih, tj. s previsoko ali prenizko dolgotrajno relativno zračno vlažnostjo, nastajajo na izvedenih lesenih talnih oblogah deformacije.

Pojavijo se zaradi nabrekanja lesa – pri previsoki vlažnosti, ali zaradi krčenja lesa – ob prenizki vlažnosti.

Zaradi previsoke količine vlage se pojavi »napenjanje« lesenih talnih oblog, v končni fazi odstopanje od podlage do končnega uničenja, zaradi prenizke količine vlage pa nastajajo reže, ob enormno nizki vlažnosti pa lahko tudi odstopanje od podlage.

Pogoj za stabilno, izgledno kvalitetno in dolgotrajno uporabno izvedeno leseno talno oblogo je predvsem zagotovljena konstantna in ustrezna klima, tj. normalna bivalna življenjska temperatura, še pomembneje pa stalna relativna zračna vlažnost v mejah od 50 % do 60 %.

Stalno in primerno klimo je možno vzdrževati le s prisilnim vlaženjem in/ali razvlaževanjem.

Ključne besede: relativna zračna vlažnost, deformacije, nabrekanje, krčenje, klima

ABSTRACT

With inadequate air conditioning in the rooms, ie. with too high or too low relative air humidity, wooden flooring is resulting in deformation.

Deformation occurs due to the swelling of wood – because of high humidity, or due to the shrinking of wood – because of lack of humidity.

Due to excessive amounts of moisture, "bloating" of wooden flooring occurs. In the final stage of derogation from the base, because of the quantity of moisture, fissures are created. With very low humidity derogation from the base may also occurs. This all can lead to final destruction of wooden flooring.

The condition for a stable, quality in appearance and long-term usable wooden floor is mainly to ensure a constant and adequate air-conditioning, ie. normal life habitable temperature, but more importantly, a constant relative humidity of the air within the limits from 50% to 60%. Continuous and adequate air-conditioning can be maintained only by forced humidification and / or dehumidification.

Key words: relative air humidity, deformation, swelling, shrinking, air-conditioning

KAZALO VSEBINE

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA.....	1
ZAHVALA.....	2
POVZETEK	3
ABSTRACT	4
KAZALO VSEBINE.....	5
KAZALO SLIK.....	6
KAZALO TABEL.....	6
1 UVOD.....	7
2 TEORETIČNA IZHODIŠČA	9
2.1 DEFINICIJE IN MEDSEBOJNE ZVEZE	9
2.1.1 Absolutna vlažnost	9
2.1.2 Relativna zračna vlažnost.....	10
2.1.3 Ravnovesna vlažnost	10
2.2 MERJENJE KOLIČINE VLAGE – VLAŽNOSTI.....	11
2.2.1 Merjenje zračne vlažnosti – splošno.....	11
2.2.1.1 Higrometer	11
2.2.1.2 Psihrometer	11
2.2.1.3 Električni merilniki	11
2.2.1.4 Merjenje z zrcalom.....	11
2.2.2 Merjenje lesne vlažnosti	12
2.2.2.1 Težnostna metoda.....	12
2.2.2.2 Uporovna metoda.....	12
2.3 VLAGA IN VPLIV NA LESENE TALNE OBLOGE	13
2.3.1 Soodvisnosti relativne zračne vlažnosti, temperature in ravnovesne vlažnosti..	13
2.3.1.1 Tipi vlage – v podlagi in v leseni talni oblogi.....	13
2.3.1.2 Higoskopski materiali	13
2.3.1.3 Kondenzacija	14
2.3.1.4 Kapilarni dvig.....	16
2.3.1.5 Dovoljena količina vlage v talnih oblogah.....	17
2.4 DEFORMACIJE LESENIH TALNIH OBLOG ZARADI VLAGE.....	18
2.4.1 Deformacije zaradi prekomerne vlažnosti.....	22
2.4.2 Deformacije zaradi prenizke vlažnosti	24
3 PRAKTIČNA SPOZNANJA – PRIMER	26
3.1 IZVEDBA MASIVNEGA PARKETA	26
3.1.1 Meritve klime in vlage v podlagi pred izvajanjem del	27
3.1.2 Meritve klime in vlage v parketu ob izvajanju del	28
3.2 NASTANEK DEFORMACIJ	29
3.2.1 Nastale deformacije zaradi prekomerne vlažnosti.....	29
3.2.2 Nastale deformacije zaradi prenizke vlažnosti	31
3.3 SANACIJA POŠKODB	33
3.3.1 Sanacija nabreklega parketa	33
3.3.2 Sanacija skrčenega parketa.....	35
3.4 PREPREČITEV DEFORMACIJ.....	36
3.4.1 Splošni napotki za preprečitev deformacij, skladno s teorijo.....	36
3.4.2 Specifičnost obravnavanega primera.....	36

3.5	ČASOVNI IN EKONOMSKI VIDIK.....	37
3.5.1	Terminski plan sanacije.....	37
3.5.2	Finančni plan sanacije	38
3.6	IZSLEDKI	40
4	ZAKLJUČEK	42
5	UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI	43

KAZALO SLIK

SLIKA 1:	Krčenje lesa (Korak, 2/2000, 20).....	19
SLIKA 2:	Deformacije zaradi previsoke vlažnosti (Korak, 1/2000, 25).....	22
SLIKA 3:	Nabrekanje parketa zaradi prekomerne vlage (Štern, 2004, Bukovnik).....	23
SLIKA 4:	Nabrekanje parketa zaradi prekomerne vlage (Štern, 2004, Krajnc).....	23
SLIKA 5:	Krčenje lesa zaradi prenizke vlažnosti (Korak, 1/2000, 25).....	24
SLIKA 6:	Krčenje parketa zaradi prenizke vlage (Štern, 2006, Šalamon).....	25
SLIKA 7:	Krčenje parketa zaradi prenizke vlage (Štern, 2009, Kocbek).....	25
SLIKA 8:	Nabrekanje parketa v nadstropju (Štern, 2008, OŠ Dušana Bordona)	29
SLIKA 9:	Nabrekanje parketa v pritličju (Štern, 2008, OŠ Dušana Bordona)	30
SLIKA 10:	Prečno krčenje parketa v telovadnici (Štern, 2008, OŠ Dušana Bordona).....	31
SLIKA 11:	Vzdolžno krčenja parketa v telovadnici (Štern, 2008, OŠ Dušana Bordona)	32
SLIKA 13:	Parketna površina po opravljeni sanaciji (Štern, 2008, OŠ Dušana Bordona)	34

KAZALO TABEL

Tabela 1:	Mollierov diagram (Korak, 5/2003, 38)	14
Tabela 2:	Temperatura rosišča (Korak, 5/2003, 39).....	15
Tabela 3:	Krčenje različnih vrst lesa v odstotkih (Korak, 3/2001, 35).....	20
Tabela 4:	Ravnovesna vlažnost lesa v odstotkih (Korak, 5/2003, 40)	21
Tabela 5:	Terminski plan sanacije	37
Tabela 6:	Finančni plan sanacije	38

1 UVOD

Na izvedenih lesenih talnih oblogah se mnogokrat pojavijo deformacije in poškodbe. Običajno predvsem zaradi prevelike količine vlage, bodisi direktne ali posredne. Na pojav deformacij lesenih talnih oblog pa vpliva tudi premajhna količina vlage.

Direktni dotok vlage, kot npr. izliv vode, defekt instalacij, netemeljito izvedena hidroizolacija, zamakanje ... lahko relativno hitro in enostavno zaznamo ... ter tudi odpravimo. Težje je odpraviti posredni vzrok za prenizko ali previsoko vlago. Vlaga prihaja v lesene talne obloge posredno z uravnovešenjem lesne vlažnosti napram klimi prostora, tj. prilagajanju predvsem relativni zračni vlažnosti prostora, v manjši povezavi tudi s temperaturo.

Z uravnovešanjem lesne vlažnosti proti enormnim vrednostim relativne zračne vlažnosti v prostorih prihaja do deformacij na lesenih talnih oblogah. Ob previsoki vlažnosti prihaja do nabrekanja lesa in s tem do dimenzijskega povečevanja, nasprotno pa prihaja ob prenizki relativni zračni vlažnosti do krčenja lesa in dimenzijskega zmanjševanja.

Krčenje lesenih talnih oblog – v glavnem so to najpogostejše izvajani homogeni parketi in drugi talni elementi iz masivnega lesa – se kaže v nastajanju neželjenih rež med posameznimi elementi, nabrekanje pa je najpogostejši vzrok za »dvigovanje« in odstopanje lesene talne obloge od podlage. Žal pa nabrekanje in krčenje nista popolnoma povratni deformaciji; po vzpostavitvi normalnih klimatskih pogojev se sicer lesene talne obloge sčasoma vseeno vlažnostno uravnajo ter dimenzijsko izravnavajo v prvotno dimenzijo, a ne popolnoma. Na lesenih oblogah ostanejo trajne deformacije, in sicer v obliki rež med posameznimi lamelami ali ukrivljenosti posamezne lamele.

Kot rečeno je vpliv relativne zračne vlažnosti na nastajanje deformacij bistvenega pomena, ki pa dandanašnji še vedno, predvsem s strani uporabnikov, velikokrat ni upoštevan. Po izvedbi in primopredaji lesene talne obloge namreč uporabnik le-to zgolj eksploatira ter žal običajno ne poskrbi za ustrezno in konstantno klimo oz. relativno zračno vlažnost.

S podrobnejšo obrazložitvijo, podkrepljeno tudi s podatki nastalih problemov in rešitev konkretnega primera zaradi nastalih deformacij vsled vpliva relativne zračne vlažnosti, bomo poskušali približati dejanski problem in potrebo po stalnem zagotavljanju ustrezne klime v prostorih, predvsem z vidika vpliva na nastanek deformacij in drugih anomalij na izvedenih lesenih talnih oblogah.

Cilji obravnavane teme so končnega uporabnika seznaniti z vplivom klime, predvsem z vplivom relativne zračne vlažnosti na »obnašanje« lesenih talnih oblog. Na konkretnem primeru bomo teoretično in praktično pokazali kvarne vplive zaradi neustrezne klime na izvedeno leseno talno oblogo. Nazadnje pa bomo prav tako praktično in teoretično priporočili ukrepe za preprečevanje nastajanja trajnih deformacij na izvedenih lesenih talnih oblogah.

2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

2.1 DEFINICIJE IN MEDSEBOJNE ZVEZE

Od najrazličnejših mešanic plinov, splošno prisotnih oz. prisotnih v delovnih procesih, je vsekakor najbolj razširjena zmes suhega zraka in vodne pare.

Vlaga ima zelo pomembno vlogo v klimatizacijskih napravah, hladilnih strojih in še drugod v specializiranih postopkih, v stacionarnih razmerah pa je odločilna pri določanju ravnovesne vlažnosti higroskopskih materialov, uporabljenih predvsem v gradbeništvu. Vlaga ima večjo (bistveno) vlogo pri lesenih talnih oblogah.

S termodinamičnega vidika obravnavamo vlažen zrak kot heterogeno dvokomponentno zmes suhega zraka in vodne pare – tj. vlaga (Gorišek, 2002, 32).

Vsebnost vlage v zraku najpogosteje izražamo z relativno zračno vlažnostjo ali absolutno vlažnostjo, v materialih pa z ravnovesno vlažnostjo (Gorišek, 2002, 33).

2.1.1 Absolutna vlažnost

Absolutna vlažnost (Y) je razmerje med maso vode (m_v) in suhega zraka (m_z):

$$Y = m_v/m_z$$

V $(1 + Y)$ kilogramu vlažnega zraka je torej kilogram suhega zraka in Y kilogramov vode oziroma v kilogramu vlažnega zraka je $1/(1 + Y)$ vode. Maso suhega zraka je vedno mogoče izraziti kot

$$M_z = m_v/(1 + Y)$$

2.1.2 Relativna zračna vlažnost

Relativna zračna vlažnost (Φ) izraža stopnjo nasičenosti zraka z vodno paro oziroma vlago. Določena je z razmerjem med delnim tlakom vodne pare (P_v) v zraku in tlakom nasičenja vodne pare (P_v^0):

$$\Phi = P_v / P_v^0$$

To je najvišji tlak, ki ga pri določeni temperaturi lahko doseže vodna para.

Pri tlaku nasičenja je zrak sprejel maksimalno količino vlage – dosežena je vlažnost nasičenja, relativna zračna vlažnost pa je 100-odstotna. Točko imenujemo tudi rosišče. Z naraščajočo temperaturo narašča tako tlak kot tudi vlažnost nasičenja, to pa je tudi vzrok, da se relativna zračna vlažnost pri segrevanju zmanjšuje, medtem ko se absolutna ne spreminja, seveda če ni dodatnega navlaževanja.

2.1.3 Ravnovesna vlažnost

Relativna zračna vlažnost vpliva na higroskopske materiale, da so vedno bolj ali manj vlažni.

Vlažnost materiala v stanju higroskopskega ravnovesja je ravnovesna vlažnost (u_r).

S postopnim naraščanjem (navlaževanje – adsorpcija) ali padanjem (sušenje – desorpcija) relativne zračne vlažnosti pri konstantni temperaturi se higroskopski materiali uravnovešajo.

2.2 MERJENJE KOLIČINE VLAŽNOSTI – VLAŽNOSTI

2.2.1 Merjenje zračne vlažnosti – splošno

V praksi je najpogostejše merjenje relativne zračne vlažnosti. Naprave za merjenje so higrometer, psihrometer in električni merilci, manj znana pa je metoda merjenja z zrcalom.

2.2.1.1 Higrometer

Najbolj razširjen je lasni higrometer, pri katerem se zaradi vlažnosti spreminja dolžina (človeškega) lasu, dimenzijska sprememba pa se prek mehanizma prenaša na umerjeno lestvico.

2.2.1.2 Psihrometer

Relativno zračno vlažnost merimo tudi s psihrometrom. Sestavljata ga dva termometra: mokri je ovit v vlažno krpo in se zaradi izhlapevanja bolj ohladi kot suhi. Razlika med termometroma je psihrometerska razlika in je merilo za relativno zračno vlažnost. Pri nizki relativni zračni vlažnosti je izhlapevanje močnejše, zato kaže mokri termometer nižjo vrednost, psihrometerska razlika pa je večja.

2.2.1.3 Električni merilniki

Vedno bolj so v uporabi električni merilniki, ki merijo spremembo prevodnosti ali dielektričnosti snovi.

2.2.1.4 Merjenje z zrcalom

Pri merjenju z zrcalom se meri točka rosišča na hlajenem zrcalu, ki jo zaznamo s spremembo odbojnosti zrcala ali nastankom kapljic na njem.

Dandanašnji se za meritve zračne vlažnosti uporabljajo predvsem električni merilniki.

2.2.2 Merjenje lesne vlažnosti

V gradbeništvu je predvsem pomembna količina vlage v podlagi ali stenah zaradi nadgradnje oziroma pretežno nepropustnega (propustnega) zapiranja z oblogami ali premazi. V povezavi z ustrezno vlažnostjo podlage pa je potrebno vseskozi kontrolirati tudi vlažnost v lesu.

Za merjenje količine vlage v lesu uporabljamo predvsem dve metodi: merjenje vlažnosti s sušenjem in tehtanjem ter uporovna metoda (Zajc, 2002, 53).

2.2.2.1 Težnostna metoda

Klasična metoda določanja vlažnosti vzorca poteka na naslednji način: odvzamemo vzorec, stehtamo njegovo maso, ga v primernih pečeh osušimo pri 105 °C do konstantne teže in stehtamo še njegovo suho maso. Razlika med obema masama je količina vlage (vode) v vzorcu in če jo delimo z maso suhega vzorca, dobimo relativno vlažnost vzorca v odstotkih. Klasična metoda je preprosta in zelo oz. najbolj natančna, vendar pa zaradi potrebne peči ni primerna za vse terenske meritve.

2.2.2.2 Uporovna metoda

Uporovna metoda deluje po načelu merjenja električne upornosti. Ta je tem manjša, čim več vlage je v merjenem elementu. Meritev poteka tako, da v merjeni les zabijemo jekleni elektrodi in merimo tok, ki teče med njima. Tok je tem večji, čim večja je količina vlage v lesu, z umeritvenimi tabelami pa izmerjene vrednosti toka (digit) pretvorimo v relativno vlažnost v odstotkih, novejši aparati pa že takoj pokažejo vrednost vlažnosti v odstotkih.

Meritev je preprosta, rezultati pa niso tako natančni kot pri klasični metodi. Pri uporovni metodi se električno polje med elektrodama porazdeli tako, da k rezultatu največ prispeva tanek sloj na površini, globlje ležeči sloji pa manj, in sicer v odvisnosti od oddaljenosti od površine. To pomeni, da ne izvirajo informacije o dejanski vlažnosti iz celotnega, z meritvijo zajetega vzorca, temveč vpliva na izmerjeni rezultat sloj ob sami površini precej bolj kot tisti pod njim.

2.3 ***VLAGA IN VPLIV NA LESENE TALNE OBLOGE***

2.3.1 ***Soodvisnosti relativne zračne vlažnosti, temperature in ravnovesne vlažnosti***

2.3.1.1 *Tipi vlage – v podlagi in v leseni talni oblogi*

Vzrokov za nastanek in obstoj prekomerne vlage je več – imamo več tipov vlage (Rupnik, 2006, 35):

- **odvečna vlaga:** vlaga v estrihu (podlagi), stenah oziroma gradbenih konstrukcijah, ki niso dovolj osušene; imenujemo jo tudi **zaostala gradbena vlaga**;
- **vlaga iz podložnega sloja:** pojavlja se predvsem v estrihih (podlagah) in gradbenih konstrukcijah, ki so v pritličju ali neposrednem stiku s terenom in niso zaščitene z ustrezno parno zaporo;
- **vdor vlage iz zunanosti:** nastane zaradi izlivov, poškodb cevi in podobno ter zaradi projektnih ali gradbenih napak pri terasah, nadstreških ali zunanjih stenah;
- **vlaga, nastala zaradi kondenzacije:** je najbolj vsestranski in obenem najmanj poznan pojav, ki nastane zaradi več hkrati delujočih vzrokov (toplotni mostovi, pomanjkljivo izolirani instalacijski vodi in podobno).

2.3.1.2 *Higroskopski materiali*

Gradbeni materiali imajo lastnost, da se vlažnostno prilagajajo trenutnim (predvsem dolgotrajnim) klimatskim pogojem, tj. relativni zračni vlažnosti in temperaturi.

Ob sprejemanju in oddajanju vlage se materiali posledično dimenzijsko (volumensko) spreminjajo (Gorišek, 2002, 33). Zaradi tega je potrebno projektantsko in gradbeno zagotoviti nemotečo in neškodno možnost povečanja volumna oz. raztezanja materiala (estrih, talne obloge – predvsem lesene obloge). V ta namen se zato izvajajo dilatacije in primerni odmiki, npr. dilatiranje estriha in odmiki parketa ob stenah.

2.3.1.3 Kondenzacija

Kondenzacija je utekočinjenje, se pravi prehod iz plinastega v tekoče stanje. Govorimo o kondenzaciji vode, ki je v zraku prisotna kot para in je povezana s temperaturo v prostoru in z relativno zračno vlažnostjo (Papini, 2003, 38).

Vsebnost pare v zraku je odvisna od temperature. Pri največji možni količini vodne pare v zraku in določeni temperaturi je zrak zasičen, kar pomeni, da ni več zmožen sprejemati vode, relativna zračna vlažnost pri tej temperaturi pa je 100-odstotna. Če povišamo temperaturo, se zmožnost vpijanja vode v zraku poveča. Torej ima zrak pri povišani temperaturi nižjo relativno zračno vlažnost ob enaki količini vode in je zmožen do nasičenja oziroma 100-odstotne relativne zračne vlažnosti spet sprejemati vodo. Če pri nasičenem zraku znižamo temperaturo, se nosilnost zraka za vodo zmanjša, relativna zračna vlažnost ostane 100-odstotna, presežek pa se izloči v obliki **kondenzata**.

Temperature, pri katerih se vodna para spremeni v kondenzat, je glede na različne vrednosti relativne zračne vlažnosti in temperaturo zraka mogoče grafično prikazati.

Mollierov diagram prikazuje krivulje, ki pri enaki relativni zračni vlažnosti kažejo različne količine vodne pare v zraku (gram vodne pare na kilogram zraka) glede na temperaturo.

Krivulja pri 100-odstotni relativni zračni vlažnosti predstavlja krivuljo nasičenosti.

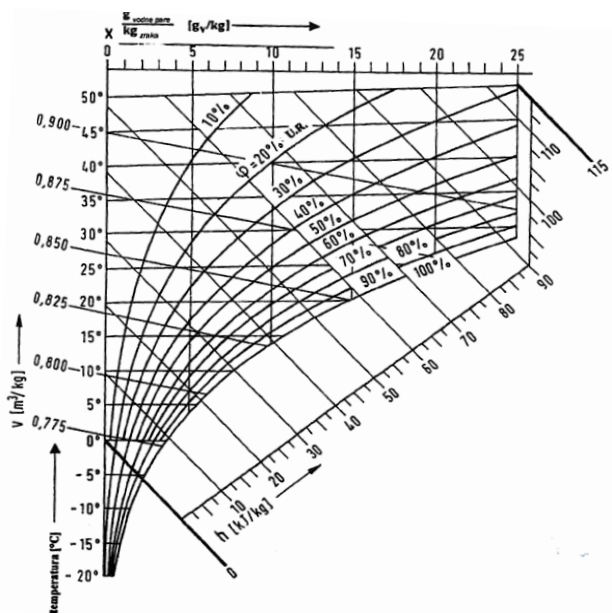


Tabela 1: Mollierov diagram (Korak, 5/2003, 38).

Namesto diagrama lahko temperaturo kondenzacije (rosišče) za nekatere vrednosti relativne zračne vlažnosti in temperature zraka prikažemo tudi v preglednici. Iz nje je razvidna temperatura, pri kateri se začne kondenzacija pri določeni relativni zračni vlažnosti in temperaturi zraka.

Temp. zraka	Temperatura rosišča pri določeni relativni zračni vlažnosti										
(v °C)	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %	100 %
-10	-17,6	-16,6	-15,7	-14,7	-13,9	-13,2	-12,5	-11,8	-11,8	-11,2	-10,0
-5	-12,9	-11,8	-10,8	-9,9	-9,1	-8,3	-7,6	-6,9	-6,2	-5,6	-5,0
0	-8,1	-6,6	-5,6	-4,7	-3,8	-3,1	-2,3	-1,6	-0,9	-0,3	0,0
+2	-6,5	-5,3	-4,3	-3,4	-2,5	-1,6	-0,8	-0,1	+0,6	+1,3	+2,0
+4	-4,8	-3,7	-2,7	-1,8	-0,9	-0,1	+0,8	+1,6	+2,4	+3,2	+4,0
+6	-3,2	-2,1	-1,0	-0,1	+0,9	+1,9	+2,8	+3,6	+4,4	+5,2	+6,0
+8	-1,6	-0,4	+0,7	+1,8	+2,9	+3,9	+4,8	+5,6	+6,4	+7,2	+8,0
+10	+0,1	+1,4	+2,6	+3,7	+4,8	+5,8	+6,7	+7,6	+8,4	+9,2	+10,0
+12	+1,9	+3,2	+4,3	+5,5	+6,6	+7,6	+8,5	+9,5	+10,3	+11,2	+12,0
+14	+3,8	+5,1	+6,4	+7,5	+8,6	+9,6	+10,6	+11,5	+12,3	+13,2	+14,0
+16	+5,6	+7,0	+8,2	+9,4	+10,5	+11,5	+12,5	+13,4	+14,3	+15,2	+16,0
+18	+7,4	+8,8	+10,1	+11,3	+12,4	+13,5	+14,5	+15,4	+16,3	+17,2	+18,0
+20	+9,3	+10,7	+12,0	+13,2	+14,3	+15,4	+16,5	+17,4	+18,3	+19,2	+20,0
+22	+11,1	+12,5	+13,9	+15,2	+16,3	+17,4	+18,4	+19,4	+20,3	+21,2	+22,0
+25	+13,8	+15,3	+16,7	+17,9	+19,1	+20,2	+21,3	+22,3	+23,2	+24,1	+25,0
+30	+18,5	+19,9	+21,2	+22,8	+24,2	+25,3	+26,4	+27,5	+28,5	+29,2	+30,0
+35	+23,0	+24,5	+26,0	+27,4	+28,7	+29,9	+31,0	+32,6	+33,1	+34,1	+35,0
+40	+27,6	+29,2	+30,7	+32,1	+33,5	+34,7	+35,9	+37,0	+38,0	+39,0	+40,0

Tabela 2: Temperatura rosišča (Korak, 5/2003, 39).

Za nastanek kondenzne vode so pomembne razmere v prostoru, se pravi relativna zračna vlažnost, temperatura zraka in temperatura površine, ki je v stiku z omenjenim zrakom.

Pri zgradbi, kjer je zunanja temperatura nižja od notranje, se kondenzat pojavlja na stenah ali površinah, ki niso prepustne za paro, na primer okenskih steklih ali keramičnih ploščicah.

Pri tistih površinah, ki pa so prepustne za paro, ali pri poroznih površinah (estrih), kondenzat ne bo nastal na površini, temveč v notranjosti materiala, kjer temperatura ustreza temperaturi rosišča. Zrak namreč lahko prehaja skozi porozen gradbeni element, s sabo pa »nosi« vodno paro, s katero je nasičen. Ta dejavnik je zelo pomemben pri materialih, ki so bolj prepustni za vodno paro, skupaj z morebitnimi toplotnimi izolacijami. Če si torej hipotetično predstavljamo steno ali podložni beton, ki ločuje notranji ogrevani prostor od hladnejše zunanosti, se bo lahko glede na temperaturo, ki jo bosta stena ali beton dosegla po različnih svojih debelinah, določilo območje, kjer je možna kondenzacija.

Da bi preprečili nastajanje kondenzata v notranjosti poroznih gradbenih materialov, je smotrno (nujno) namestiti ustrezno parno zaporo, ki bi preprečevala prehod vodne pare iz toplejšega, in zato z vodno paro bolj nasičenega prostora, v hladnejši prostor.

Parna zapora se obvezno vgradi tako, da temperatura na mestu vgraditve ne more nikoli zdrsniti pod temperaturo rosišča, se pravi najbližje toplemu prostoru in vselej nad slojem toplotne izolacije, če ne, lahko parna zapora deluje kot mrzla stena, na kateri se ustvarja kondenzat, kar bi pravzaprav vse skupaj še poslabšalo.

Ti pojavi, povezani z nastankom kondenzata, so pogosti vzroki za reklamacije na izvedenih lesenih talnih oblogah kot npr. »valovita« površina parketa ali celo njegovo odstopanje od podlage.

2.3.1.4 Kapilarni dvig

Posledica površinske napetosti je t. i. kapilarni dvig. Namreč voda se v tanki kapilari (majhne oz. ozke posode) zaradi izenačitve pritiska gladine zunaj nje zakrivi in obenem dvigne (Kladnik, 1979, 204).

Kapilarni dvig se pojavi, v povezavi s kondenzno vlago, v gradbenem elementu sestave poda, in sicer zaradi neustrezno izvedene parne zapore pod estrihom (Remmert, 2003, 29).

2.3.1.5 *Dovoljena količina vlage v talnih oblogah*

Izmed mnogih vrst talnih oblog je obvezno potrebno kontrolirati vlažnost v lesenih talnih oblogah. Druge vrste talnih oblog (linolej, pvc, guma ...) običajno ne potrebujejo dodatnih meritev, pred vgradnjo jih je potrebno le časovno ustrezno aklimatizirati ter primerno razviti oz. razprostreti po bodoči oblagalni površini.

Za vse lesene talne obloge je pred izvedbo obvezna kontrola vlažnosti ter, v kolikor delovni prostori niso v konstantnih ustreznih in zahtevanih pogojih tj. cca 20 °C temperature in cca 55 % relativne zračne vlažnosti, časovna aklimatizacija.

Lesene talne obloge lahko ob polaganju vsebujejo 10 % vlažnosti, nihajoče v okviru od 1 do 2 % v odvisnosti predvsem od vrste lesa (iglavce, listavce, tropski les ...) ter še z dovoljenim proizvodnim odstopanjem v tolerančnih mejah $10 \% \pm 3 \%$, po JUS standardu.

Vendar so lesene talne obloge, vseskozi nadaljnje časovne rabe, strogo povezane z ustrezno in normalno konstantno klimo, torej v okvirih 55 % relativne zračne vlažnosti in bivalne temperature, saj se v nasprotnem pojavljajo deformacije.

2.4 DEFORMACIJE LESENIH TALNIH OBLOG ZARADI VLAGE

Deformacije na lesenih talnih oblogah se pojavijo, kot že rečeno, predvsem zaradi ali prekomerne ali prenizke vlažnosti vgrajenega lesa. Zunanje in direktne vzroke vlage poznamo, manj znani, pa zato tudi velikokrat neupoštevani, so vplivi **relativne zračne vlažnosti** prostora oziroma okolja in posledično nastajanje deformacij na lesenih talnih oblogah.

Les je higroskopen material, to pomeni, da z vlažnostjo okolice vzpostavlja ustrezno vlažnostno ravnovesje. V bolj vlažnem okolju se les navzame določene količine vlage, v bolj suhem to vlago izloči. Vendar to samo po sebi še ne bi bilo tako problematično, če bi voda, ko se vpije v les, hkrati ne povzročala tudi dimenzijskih sprememb. Krčenje in nabrekanje lesa sta odvisna od sprejemanja in oddajanja vode.

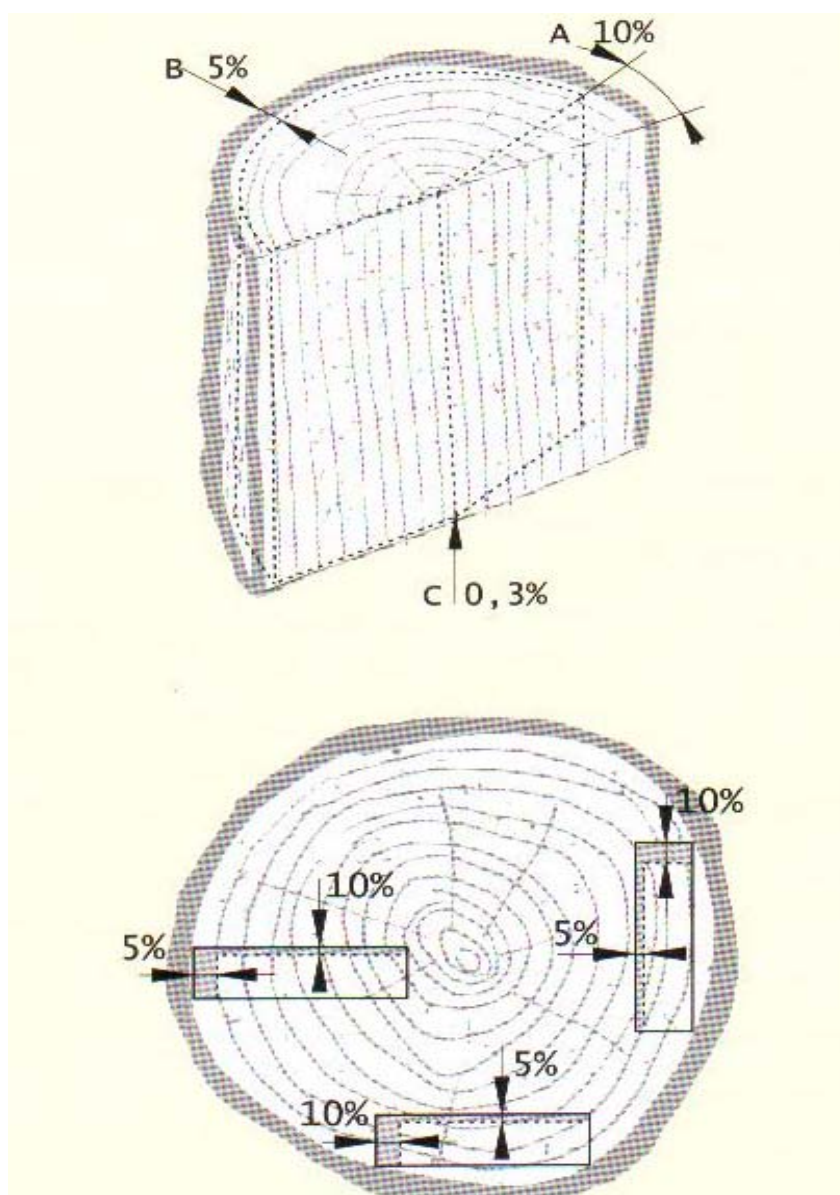
Pri sušenju lesa voda izhlapeva, zato les postane lažji, zmanjšujejo se tudi njegove dimenzije, oziroma prostornina, pravimo, da se les **krči**. Kadar pa les vodo vpija, se povečuje njegova gostota, prav tako se povečujejo njegove dimenzije in prostornina, les tedaj **nabreka**. Obe lastnosti sta pri lesu **nezaželeni lastnosti** saj se poleg krčenja pogosto pojavi tudi deformacija to je krivljenje in pokanje lesa. Pri nabrekanju nastopijo notranje napetosti, ki izdelek kvarijo (<http://www.zrsss.si/~puncer/les/lastnost.htm>).

Les je heterogen, variabilen pa tudi anizotropen material, kar določa dimenzijsko stabilnost talnih oblog. Dimenzijsko stabilnejši bo les z radialno zgradbo, ne tangencialno. V radialni smeri sta skrčitev in nabrekanje dvakrat manjša, kar se najbolj pozna pri uporabi masivnejših lesenih elementov (Gorišek, 2001, 24).

Lastnosti drevesnih vrst so odvisne predvsem od anatomske zgradbe lesa in njegove prepustnosti, ki določa hitrost sušenja oziroma navlaževanja. Zgradbo lesa delimo na makro- in mikroskopsko. Makroskopska je zaznavna s prostim očesom, določamo pa dele zgradbe lesa v prečnem, tangencialnem ali radialnem prerezu. Makro- in mikroskopsko obravnavamo les na podlagi vseh treh prereзов, saj prav anatomsko zgradba lesa določa njegovo krčenje v teh treh smereh.

Les se začne krčiti pod točko nasičenja celičnih sten, kar pomeni, da začne spreminjati svoje mere, ko izgubi vso prosto vodo v lumnih celicah, ki sestavljajo lesno maso. Ko med sušenjem lesa odvezujemo določen del vode v celičnih stenah, se začne krčiti, kar pa je odvisno tudi od drevesne vrste in končne vsebnosti vlage v lesu. Mere lesa se spreminjajo tudi v nasprotni smeri, če les, ki je posušen na zeleno vlažnost, izpostavimo razmeram, pri katerih je ravnovesna vlažnost lesa večja od njegove trenutne vlažnosti.

V grobem je razmerje med longitudinalnim, radialnim in tangencialnim, 1 : 10 : 20.



SLIKA 1: Krčenje lesa (Korak, 2/2000, 20).

Vrsta lesa	Vzdolžno krčenje	Radialno krčenje	Tangencialno krčenje	Volumensko krčenje
AFRORMOZIJA	–	3,5	6,5	9,7
AKACIJA	0,2	3,9	5,8	-
AZIJSKI TIK	0,6	2,9	5,2	9,1
BOR	0,4	4,0	7,7	12,4
BREST	0,3	4,6	8,3	13,8
BREZA	0,6	5,3	7,8	14,2
BUKEV	0,3	5,8	11,8	17,5
EVROPSKA ČEŠNJA	-	5,0	8,7	14,0
EVROPSKI JAVOR	0,5	3,0	8,0	11,8
GABER	0,5	6,8	11,5	19,7
HRAST	0,4	4,9	9,4	14,1
IROKO	-	0,1	3,8	5,5
JELKA	0,1	3,8	7,6	11,7
JESEN	0,2	5,0	8,0	13,6
KOSTANJ	0,6	4,3	6,4	11,6
LIPA	0,3	5,5	9,1	14,4
MACESSEN	0,3	3,3	7,8	11,8
MAHAGONIJ	0,3	3,2	5,1	8,4
MUTENYE	0,12	4,2	8,0	13,3
OREH	0,5	5,4	7,5	13,9
SMREKA	0,3	3,6	7,4	12,0
WENGE	–	5,1	9,0	14,3

Tabela 3: Krčenje različnih vrst lesa v odstotkih (Korak, 3/2001, 35).

Les je higroskopen material, kar pomeni, da se nenehno prilagaja razmeram. Klima, ki jo določata temperatura in relativna zračna vlažnost, ureja **ravnovesno vlažnost lesa**, ki ustreza tem razmeram, les pa se prilagaja tako, da vodo oddaja ali sprejema oziroma se krči ali nabreka (Novak, 2002, 28).

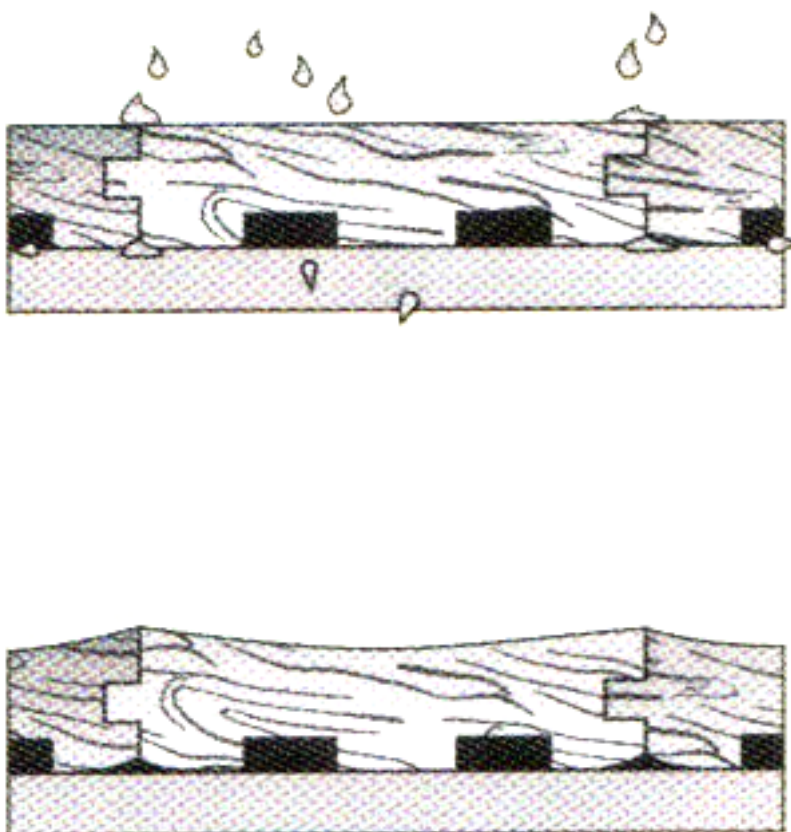
Relativna zračna vlažnost (v %)	Temperature (v °C)					
	0	10	20	30	40	50
/						
10	3 %	3 %	3 %	2 %	2 %	2 %
20	5 %	5 %	5 %	4 %	4 %	4 %
30	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %	5 %
40	8 %	8 %	8 %	7 %	7 %	7 %
50	10 %	10 %	9 %	9 %	9 %	8 %
60	12 %	11 %	11 %	11 %	10 %	10 %
70	14 %	14 %	13 %	13 %	12 %	11 %
80	17 %	17 %	16 %	16 %	15 %	14 %
90	22 %	22 %	21 %	20 %	19 %	18 %
100	33 %	32 %	31 %	30 %	29 %	28 %
Vlažnost je izražena v % na težo popolnoma suhega lesa.						

Tabela 4: Ravnovesna vlažnost lesa v odstotkih (Korak, 5/2003, 40).

2.4.1 Deformacije zaradi prekomerne vlažnosti

Zaradi povišanja vlage v lesu se les volumensko povečuje – nabreka. Zaradi zgradbe in svojstva lesa, obravnavanega v točki 2.4, se les, kot smo predhodno že navedli, dejansko povečuje različno v treh smereh reza: zanemarljivo po dolžini, malo v prečnem – radialnem rezu, občutno pa seveda v smeri tangencialnega reza.

Nastale deformacije so prikazane na spodnji sliki, na lesu tangencialnega reza.



SLIKA 2: Deformacije zaradi previsoke vlažnosti (Korak, 1/2000, 25).



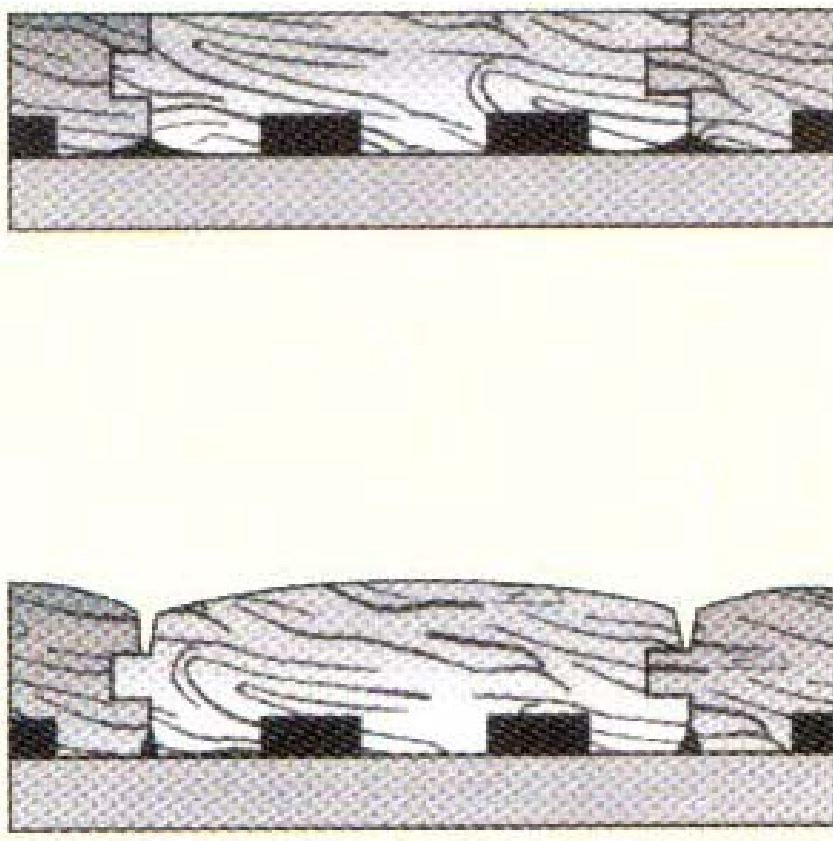
SLIKA 3: Nabrekanje parketa zaradi prekomerne vlage (Štern, 2004, Bukovnik).



SLIKA 4: Nabrekanje parketa zaradi prekomerne vlage (Štern, 2004, Krajnc).

2.4.2 Deformacije zaradi prenizke vlažnosti

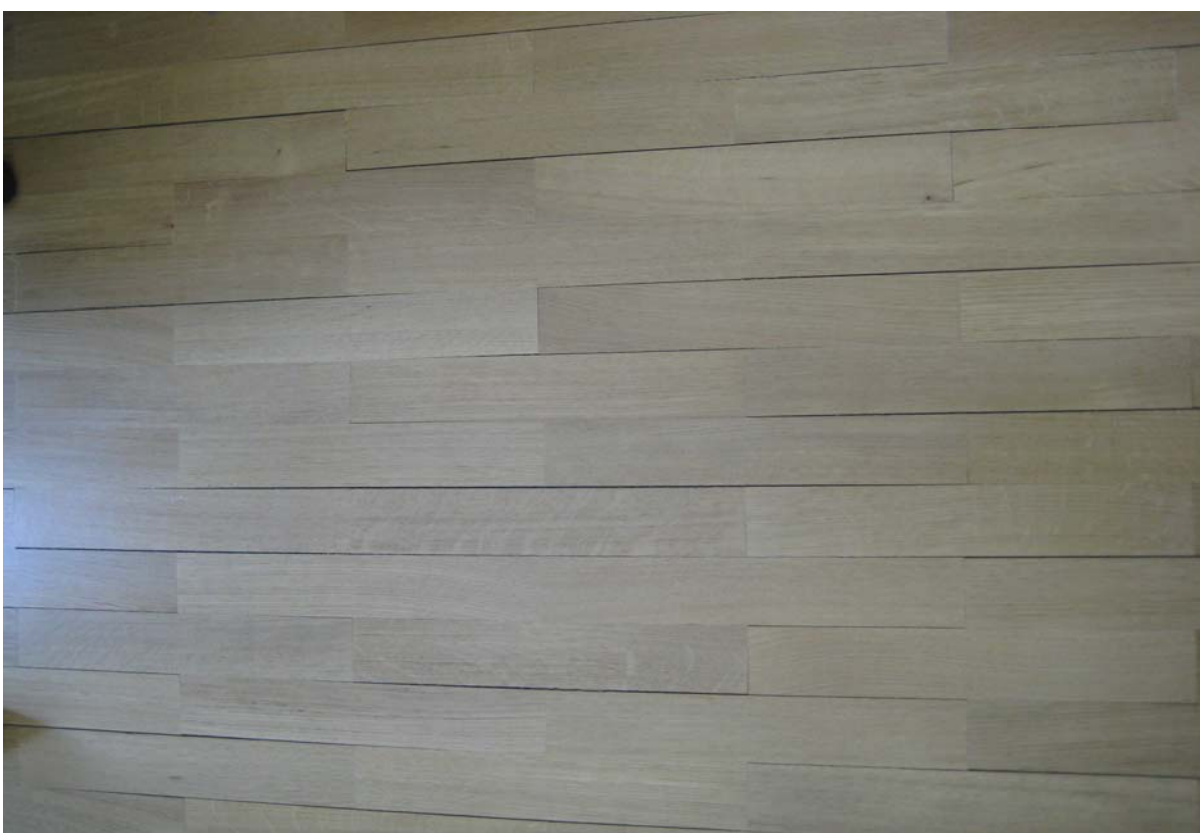
Nasprotno se volumen lesa, po istih kriterijih delovanja, ob zmanjševanju vlage v lesu krči – nastajajo reže (slika spodaj).



SLIKA 5: Krčenje lesa zaradi prenizke vlažnosti (Korak, 1/2000, 25).



SLIKA 6: Krčenje parketa zaradi prenizke vlage (Štern, 2006, Šalamon).



SLIKA 7: Krčenje parketa zaradi prenizke vlage (Štern, 2009, Kocbek).

3 PRAKTIČNA SPOZNANJA – PRIMER

Obravnavani projektni PRIMER (dejanski primer iz izvedenske sodne prakse – Štern, 2008, OŠ Dušana Bordona) izvedbe lesene talne obloge, tj. parketa, kronološko kaže dejanske deformacije zaradi nihajoče, od prenizke do previsoke, konstantne relativne zračne vlažnosti; pod konstantno relativno zračno vlažnost podrazumevamo približno enako vrednost v daljšem časovnem razdobju.

Na PRIMERU je razviden celotni potek izvedbe lesene talne obloge, od prvotne preverbe podlage, polaganja talne obloge do predaje, pa vse do nastanka deformacij z končno izvedeno sanacijo. Iz obravnavanega PRIMERA je razviden ekonomski ter časovni vidik zaradi nastalih popravil in sanacije.

3.1 IZVEDBA MASIVNEGA PARKETA

Projektno je bila na novozgrajenem objektu – prizidek s telovadnico – predvidena izvedba treh vrst lesenih podov, in sicer:

- v dveh manjših telovadnicah ($171\text{ m}^2 + 201\text{ m}^2$) masivni parket debeline 21 mm, vrste lesa hrast, dimenzije lamel $300 \times 60 \times 21\text{ mm}$;
- v treh kabinetih hrastov (80 m^2) tehno parket debeline 20 mm, sestavljen iz posameznim lamelic, dimenzije $160 \times 20 \times 20\text{ mm}$; in
- v veliki telovadnici (545 m^2) sistemski športni pod, z zaključnim slojem gotovega parketa, vrste lesa jesen, tip SONDRIO (www.seicom-italy.com).

Za prva tipa parketa je bila predvidena klasična izvedba, tj. polaganje surovega parketa, obdelava z brušenjem in kitanjem, ter končno trikratno lakiranje s poliuretanskim lakom, medtem ko je predvideni gotovi parket v veliki telovadnici že proizvodno končno zlakiran.

3.1.1 Meritve klime in vlage v podlagi pred izvajanjem del

Izvajalec parketarskih del je pred izvedbo del, februarja 2008, prevzel podlago.

Podlaga za nadgradnjo s parketi je sestavljena iz plavajočega cementnega estriha v etaži ter plavajočega cementnega estriha s toplotno izolacijo in parozaporo v pritličju. Preverbo in prevzem podlage je izvajalec opravil skladno z zahtevami standarda JUS U.F2.016 (Zaključna dela v gradbeništvu – Vgrajevanje lesenih podnih elementov – Tehnične zahteve), in sicer predvsem po kriteriju trdnosti zgornjega sloja in ravnine, ter posebej meritve preostale vlage v cementnem estrihu. Ob prevzemu podlage je bila izmerjena tudi trenutna klima v prostorih.

Meritve preostale vlage v estrihu z elektronskim merilcem vlage GANN UNI 2 + elektrodi in kontaktna masa:

- preostala vlaga med 2,5 in 2,9 %.

Meritve klime z elektronskim merilcem vlage in temperature GANN UNI 2 + sonda RF-T:

- relativna zračna vlažnost od 30 do 35 %,
- temperatura zraka od 15 do 17 °C.

Skladno z zahtevami prej navedenega standarda so bile trenutno izmerjene vrednosti preostale vlage v podlagi (cementnem estrihu) še v dovoljenih zgornjih mejah.

3.1.2 Meritve klime in vlage v parketu ob izvajanju del

Polaganje masivnega in tehno parketa se je opravilo marca 2008. Parket se je na podlago iz cementnega estriha v celoti polno zalepil z dvokomponentnim poliuretanskim lepilom.

Ob polaganju in posebej pred lakiranjem se je merila vlažnost v parketu z elektronskim merilcem GANN H25:

- izmerjena vlažnost parketa je bila v mejah od 8,5 do 9,8 %.

Po približno dvotedenskem aklimatiziranju se je opravilo grobo in fino zbrušenje, kitanje površine ter trikratno lakiranje položenega parketa.

Sistemeski športni pod, tip SODRIO, se je izvedel aprila 2008. Dejanske skupne konstrukcijske debeline 50 mm ter naslednje sestave, razvrščene od podlage:

- | | |
|--|--------|
| • elastična podlaga | 15 mm; |
| • vzdolžni sloj lesenih panel dim. 100 x 2440 mm, z razmikom cca 40 mm | 10 mm; |
| • prečni sloj lesenih panel dim. 100 x 2440 mm, z razmikom cca 40 mm | 10 mm; |
| • gotovi dvoslojni panelni parket dim. 130 x 1800 mm, lakiran, javor | 15 mm. |

Meritve vlažnosti podložnih lesenih panel in gotovega parketa so bile kontrolirane v proizvodnji ter so bile ob izdobi v predpisanih proizvodnih vrednostih okrog 9 %.

Gotovi parket se je na leseno panelno podlago pritrdil z žičniki, v utorih posamezne panele, na razdalji 50 mm in dolžine 11 mm.

3.2 NASTANEK DEFORMACIJ

Po približno štirih mesecih uporabe, natančneje v avgustu 2008, so se pojavile prve anomalije na izvedeni parketni površini. In sicer se je pojavilo nabrekanje masivnega parketa v obeh malih telovadnicah (ena v nadstropju, druga v pritličju). Še nadalje pa, konec januarja 2009, krčenje parketa v veliki telovadnici.

3.2.1 Nastale deformacije zaradi prekomerne vlažnosti

V obeh malih telovadnicah se je pojavilo nabrekanje parketa, izražajoče s privzdignjenimi robovi na daljših stranicah posameznih lamelic v ladijski vzorec položenega masivnega parketa. Parketna površina ni bila več monolitno gladka, ampak izgleda »valovite« vodne površine, tudi z vidno izstopajočimi vzdolžnimi linijami.



SLIKA 8: Nabrekanje parketa v nadstropju (Štern, 2008, OŠ Dušana Bordona).



SLIKA 9: Nabrekanje parketa v pritličju (Štern, 2008, OŠ Dušana Bordona).

Ob ogledu nastalih deformacij, avgusta 2008, so bile izvedene meritve trenutne klime in vlažnosti v parketu:

- relativna zračna vlažnost od 81 do 85 %, ¹
- temperatura zraka od 26 do 27 °C,
- izmerjena vlažnost parketa v od 14,2 do 15,4 %. ²

¹ Ustrezne – normalne vrednosti relativne zračne vlažnosti so okrog 55 %.

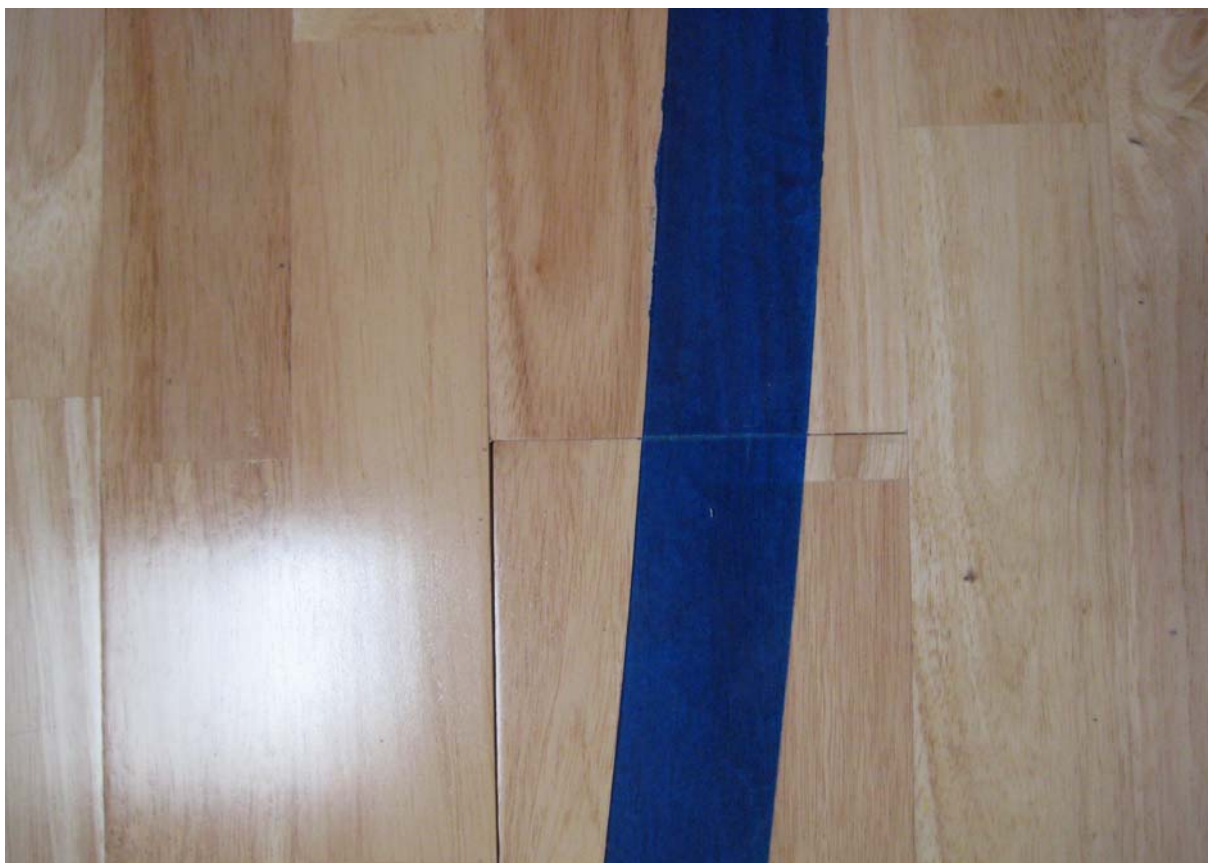
² Ustrezna ravnovesna vlažnost v položenem parketu (pri normalni relativni zračni vlažnosti) je okrog 10 %.

3.2.2 *Nastale deformacije zaradi prenizke vlažnosti*

Naknadno so se januarja 2009 opravili še ogledi nastalih deformacij v veliki telovadnici ter obenem izvedle meritve trenutne klime in vlažnosti v položenem gotovem parketu:

- relativna zračna vlažnost od 27 do 30 %,
- temperatura zraka od 24 °C,
- izmerjena vlažnost parketa v od 7,1 do 7,9 %.

V položeni parketni površini so na stikih izgotovljenih panel nastale reže, širine do 1,5 mm.

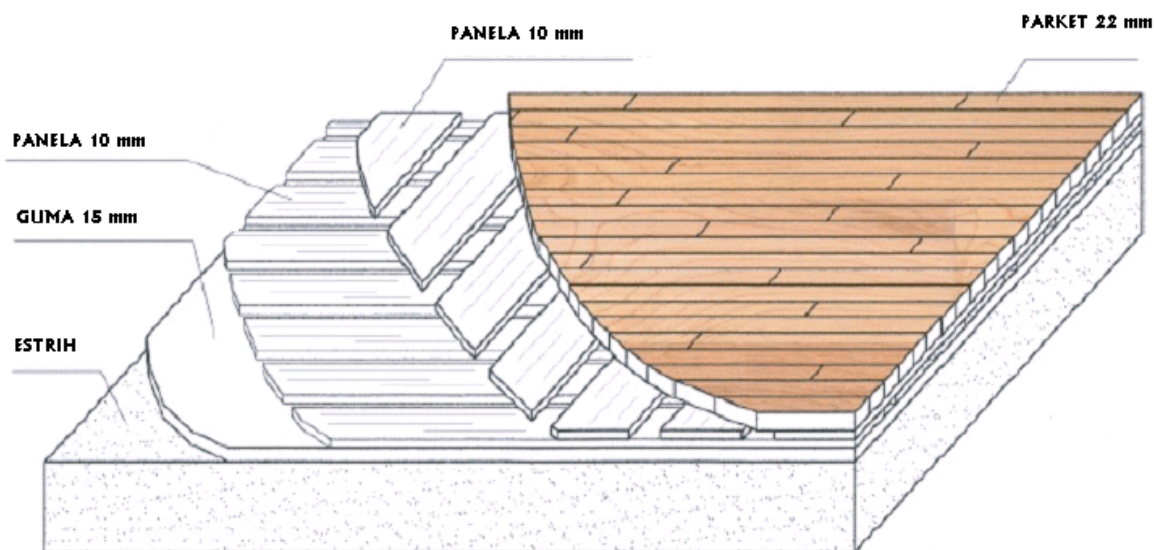


SLIKA 10: Prečno krčenje parketa v telovadnici (Štern, 2008, OŠ Dušana Bordona).



SLIKA 11: Vzдолžno krčenje parketa v telovadnici (Štern, 2008, OŠ Dušana Bordona).

Ob pregledu izvedenega športnega poda smo ugotovili tudi, da dejansko izvedeni športni pod pravzaprav ni tipa SONDRIO, torej ni sestave, za katero so bile predložene specifikacije in atesti – zgornji sloj iz masivnega parketa, dimenzij posameznih deščic 400 x 50–70 x 22 mm. Modificirana izvedba zaključnega sloja je namreč iz gotovih parketnih panel, namesto iz masivnega parketa (kot že opisano).



SLIKA 12: Sestava športnega poda SODRIO (www.seicom-italy.com).

3.3 SANACIJA POŠKODB

Sanacija trajnih in nepovratnih deformacij, nastalih zaradi delovanja lesa – parketov, se je opravila po vzpostavitvi normalne konstantne klime v prostorih.

3.3.1 Sanacija nabreklih parketa

Po detajlnem pregledu nastalih deformacij se je ugotovilo, da dejansko posamezne lamele niso odlepljene, ampak so nastale deformacije, tj. privzdignjeni robovi, zgolj kot težnja posamezne lamele (lesa) po razširitvi v prečni smeri. Parketne lamele so v glavnem tangencialnega reza, zato je delovanje lesa občutnejše in predvsem v prečni smeri lamele.

Po dogovoru z uporabnikom se je po vzpostavitvi ustreznih (normalnih) in konstantnih klimatskih pogojev, tj. relativne zračne vlažnosti okrog 55 % ob normalni bivalni temperaturi 22 °C (tudi ob prisilnem razvlaževanju), v mesecu novembru 2008 celotna izvedena parketna površina prebrusila. Sicer le v debelini, da so se »izničile« neravnine posameznih lamel po robovih, ocenjeno maksimalno do 1 mm globine. Po zbrušenju se je ponovno izvedlo kompletno trikratno lakiranje s poliuretanskim lakom.

S tem popravilom je parketna površina ponovno dobila dokaj monoliten izgled, brez vizuelno izstopajočih linij ali posameznih lamel (SLIKA 13).



SLIKA 13: Parketna površina po opravljeni sanaciji (Štern, 2008, OŠ Dušana Bordona).

3.3.2 Sanacija skrčenega parketa

Po pregledu nastalih deformacij, predvsem nastalih rež med posameznimi panelami gotovega parketa, se je ugotovilo zgolj deformiranje lesa, tj. skrčenje posameznih gotovih elementov posledično zaradi nizke relativne zračne vlažnosti tekom zimskega obdobja.

Krčenje posameznega gotovega elementa je opazno tako v vzdolžni kot v prečni smeri, kar kaže na ustrezno pripravo (sušenje) elementa v proizvodnji.

Skrčenje posamezne lamele, do cca 1 mm na dolžini 1800 mm, pravzaprav ni predstavljalo bistvenega skrčka (cca 0,05 %), zato se je uporabniku predočilo, da trenutno sanacija pravzaprav še ni potrebna, saj so nastale zgolj elastične (povratne) deformacije. Nemudoma pa je potrebno vzpostaviti normalne in konstantne klimatske pogoje (55 % relativna zračna vlažnost, temperatura 22 °C), ob katerih se bo lesena talna obloga lahko pravzaprav sama po sebi, z uravnovešanjem/prilagajanjem vlage, dokaj stabilizirala; s tem pa bi se tudi že nastale reže (elastična deformacija) zmanjšale.

3.4 PREPREČITEV DEFORMACIJ

3.4.1 Splošni napotki za preprečitev deformacij, skladno s teorijo

Glede na higroskopično lastnost lesa – sposobnost vpijanja in oddajanja vlage – je torej za umiritev in nespreminjajočo vrednost volumna lesenega poda potrebno poskrbeti predvsem za ustrezno relativno zračno vlažnost v prostoru. Ključnega pomena je zagotovitev konstantne vlažnosti, torej ne nihajoče vrednosti v večjih razponih. Nihajoče vrednosti relativne zračne vlažnosti v mejah od 10 % do 15 % še ne povzročajo trajnih deformacij; večja in dolgotrajneša nihanja pa so vsekakor že povzročitelji zanje.

Za zagotovitev konstantne klime je dandanašnji vsekakor potrebno že projektno predvideti, nadalje pa dejansko namestiti vlažilne in osuševalne naprave, ki tekom celotne uporabe lesenih talnih oblog, tudi ob vplivih spremenljive zunanje relativne zračne vlažnosti, poskrbijo za primerno in predvsem konstantno klimo, tj. relativno zračno vlažnost in temperaturo v samem eksploatiranem prostoru.

3.4.2 Specifičnost obravnavanega primera

Predmetno obravnavane izvedene lesene talne obloge so v objektu v obmorski klimi, ki je dokaj spremenljivega značaja. Tekom celotnega letnega obdobja se pojavljajo ekstremne razlike zunanje relativne zračne vlažnosti, ki se posledično prenaša tudi na notranje prostore. Tako je recimo že v pomladnem obdobju in vse do poznega jesenskega obdobja zunanja relativna zračna vlažnost ekstremno visoka, v zimskem obdobju pa zunanja in posledično notranja zaradi radiatorskega ogrevanja enormno nizka.

Uporabniku predmetnih lesenih talnih oblog je priporočeno, v izogib pojavljanja nadaljnjih deformacij, ki bi lahko nastale zaradi spremenljivih klimatskih pogojev, da nemudoma namesti ustrezne razvlaževalne/vlažilne naprave; te bi z avtomatskim delovanjem skrbele za konstantno in ustrezno klimo.

3.5 ČASOVNI IN EKONOMSKI VIDIK

3.5.1 Terminski plan sanacije

Dejansko se je izkazalo, predhodno pa tudi že plansko predvidelo, da sta bili obe telovadnici zaradi sanacijskih del neuporabni 15 koledarskih dni, oz. 10 delovnih dni. Uporabnik je moral zaradi obveznega zagotavljanja učnega procesa skozi ves čas izvajanja sanacijskih del organizirati prilagojeno izvajanje učnih programov in koriščenje drugih prostorov.

AKTIVNOSTI	ZAČETEK	KONEC	DNI	OPOMBA
Iznos opreme	10. 11. 2008	10. 11. 2008	1	uporabnik
Brušenje deformirane površine	11. 11. 2008	13. 11. 2008	3	izvajalec
Kitanje zbrušene površine	14. 11. 2008	14. 11. 2008	1	izvajalec
Brušenje kitanja, osnovno lakiranje	17. 11. 2008	18. 11. 2008	2	izvajalec
Vmesno brušenje, drugo lakiranje	19. 11. 2008	19. 11. 2008	1	izvajalec
Zadnje lakiranje	20. 11. 2008	20. 11. 2008	1	izvajalec
Vnos opreme	24. 11. 2008	24. 11. 2008	1	uporabnik

Tabela 5: Terminski plan sanacije.

3.5.2 Finančni plan sanacije

Uporabniku so zaradi sanacije parketne površine nastali nepredvideni stroški. Uporabnik je po prevzemu izvedenih del, po uzancah in OZ, edini dejansko obvezan in odgovoren skrbeti za ustrezno klimo v prostorih, tako da posledično ne pride do deformacij ali poškodb na izvedenih talnih oblogah. Čeprav je bil uporabnik ob primopredaji tudi pismeno obveščen o pogojih uporabe in vzdrževanja izvedenih lesenih talnih oblog, pa vseeno ni poskrbel za ustrezno in konstantno klimo. Celotni stroški sanacije parketne površine so zato opravljeni zgolj na njegov račun.

AKTIVNOSTI	ENOTA	KOL.	CENA na ENOTO	SKUPAJ	OPOMBA
Demontaža in iznos opreme	ur	16	10,00	160,00 €	uporabnik
Brušenje deformirane parketne površine, kitanje	m ²	372	7,00	2.604,00 €	izvajalec
Vmesno brušenje in 3x lakiranje	m ²	372	12,00	4.464,00 €	izvajalec
Vnos in montaža opreme	ur	16	10,00	160,00 €	uporabnik
STROŠKI SKUPAJ				7.388,00 €	

Tabela 6: Finančni plan sanacije.

A/ VREDNOST PRVOTNO IZVEDENIH LESENIH TALNIH OBLOG

1. Dobava parketa, polaganje, brušenje in lakiranje parketne površine

$$372 \text{ m}^2 \quad \times \quad 45 \text{ €/m}^2 \quad = \quad 16.740,00 \text{ €}$$

B/ PROCENTUALNA VREDNOST SANACIJSKIH DEL

$\frac{\text{prvotna dela}}{\text{sanacijska dela}} = \frac{16.740,00 \text{ €}}{7.388,00 \text{ €}} = 44 \%$

Iz primerjalne tabele sledi, da so zatečena in opravljena sanacijska dela znašala 44 % vrednosti prvotne osnovne izvedbe parketne površine.

V primerjavi pa sploh niso upoštevani nematerialni stroški, nastali zaradi sanacijskih del, kot npr. nadomestilo za časovno neuporabnost prostorov.

3.6 IZSLEDKI

Iz konkretno obravnavanega povzemamo, da je pri izvedbi in nadalje vseskozi tudi ob uporabi lesenih talnih oblog ključnega pomena ustrezna količina vlage. Pri prekomerni količini vlage nastanejo na leseni talni oblogi deformacije, odstopanja, celo uničenje. Deformacije in anomalije se seveda pojavljajo tudi zaradi prenizke vlažnosti lesa.

Prekomerna ali prenizka količina vlage v lesenih talnih oblogah je pogojena predvsem z relativno zračno vlažnostjo tudi, potem ko so izločeni vsi drugi dotoki vlage.

Lesene talne obloge se torej ob nihajočih vrednostih relativne zračne vlažnosti zaradi higroskopičnih lastnosti lesa – torej ob prilagajanju lastne lesne vlažnosti do tako imenovane ravnovesne vlažnosti – dimenzijsko oz. volumensko spreminjajo.

Pri visokih vrednostih relativne zračne vlažnosti se lesene talne obloge uravnovesijo na višjih vrednostih vlažnosti in se volumensko povečajo – nastopi nabrekanje.

Nasprotno se pri nizkih vrednostih relativne zračne vlažnosti lesene talne obloge uravnovešajo na nižje lesne vlažnosti in nastopi volumensko zmanjševanje – krčenje.

Tehnologija izvedbe lesenih talnih oblog se je v zadnjem času, zadnjih trideset ali štirideset let, občutno spremenila. Lesene talne obloge so se v bližnji preteklosti pravzaprav tehnološko izvajale povsem drugače, z nameščanjem na leseno podlago samo z žičniki, do recimo današnjega polnega lepljenja na cementno podlago, nemalokrat še z dodatnimi paro in vlago nepropustnimi premazi. Tudi zaključni premazi (laki) so izpopolnjeni do te mere, da tvorijo dokaj nepropusten ali pa vsaj časovno upočasnen film na izvedeni površini. Prav zaradi tehnološko preprečenega prehajanja vlage med posameznimi elementi je vpliv relativne zračne vlažnosti na uravnovešanje lesne vlažnosti še toliko občutnejši in odločujoči.

Prekomerne vlažnosti, v predmetno obravnavanih lesenih talnih oblogah, so privedle do nabrekanja položenih parketov, sicer le do prve faze nabrekanja (ocenjeno do meje plastičnosti), ki se je izkazovalo zgolj z estetsko neprimernim izgledom podne zlakirane površine (valovitist). Dolgotrajnejša visoka relativna zračna vlažnost pa bi privedla do nadaljevanja procesa nabrekanja, do plastičnega in nepovratnega območja deformiranja, v končni fazi do porušne vrednosti, in zaradi krhkosti lepila ter visokih napetosti možno tudi do posledičnega odstopanja parketov.

Izvedena sanacija parketne površine po vzpostavitvi konstantnih klimatskih pogojev – predvsem relativne zračne vlažnosti na normalne bivalne vrednosti – je povzročila pravzaprav le nepotrebne nepovratne stroške, seveda tudi ob časovno neuporabnih prostorih, v skoraj polovični vrednosti prvotno izvedenih del, natančneje v višini 44 %!

Zaključno torej lahko povzamemo, da nastale deformacije na izvedenih lesenih talnih oblogah, tj. nabrekanje ali krčenje lesa zaradi vpliva neustrezne relativne zračne vlažnosti, pravzaprav privedejo do povsem nepotrebnih dodatnih stroškov, nastalih posledično zaradi nujnih popravil in sanacijskih del. V izogib temu je potrebno že takoj pri izvedbi lesenih talnih oblog, ter nadalje vseskozi uporabe, primarno zagotavljati ustrezno in konstantno klimo, predvsem normalno in ustrezno relativno zračno vlažnost.

4 ZAKLJUČEK

Iz predhodno obravnavanega spoznavamo in dojemamo pomen in vpliv relativne zračne vlažnosti na nastajanje deformacij na izvedenih lesenih talnih oblogah.

Za preprečitev nastajanja deformacij na lesenih talnih oblogah je potrebno zagotavljati konstantno in ustrezno relativno zračno vlažnost, takoj ob izvajanju del kot vseskozi nadalje ob eksploataciji.

Ustrezne pogoje za izvedbo del preverja in nemalokrat tudi zagotavlja izvajalec del. Ta je obvezan poskrbeti oz. zahtevati ustrezne klimatske pogoje ves čas izvajanja del, vse do končne primopredaje.

Šele s predajo izvedenih del s strani izvajalca oz. prevzemom del s strani naročnika ali uporabnika preide vsa odgovornost in obveza za zagotavljanje ustreznih in konstantnih klimatskih pogojev na uporabnika. Za vse nadalje nastale napake na izvedenih delih, posledično zaradi nezagotovljene ustrezne klime, odgovarja torej uporabnik. Reklamacije napram izvajalcu del, recimo za nastale reže ali za nabrekanje lesenih talnih oblog, naknadno zatorej niso upravičene.

Konstantno klimo po prostorih je možno dandanašnji doseči le še z avtomatskim prisilnim sušenjem ali vlaženjem. Predhodno omenjeno tehnološko zaprto izvajanje lesenih talnih oblog (polno lepljenje na podlago, lakiranje površine) zvečano preprečuje možnosti zračenja oz. tako imenovanega naravnega prezračevanja.

Že v fazi načrtovanja posameznega projekta je zato potrebno predvideti, obvezno izvesti in nadalje vseskozi izrabo prostorov in lesenih talnih oblog zagotavljati ustrezne in predvsem konstantne bivalne življenjske klimatske pogoje.

5 UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI

1. Gorišek, Željko: Vlažnost zraka, Korak, 4/2002, stran 32–33.
2. Gorišek, Željko: Lesene talne obloge ..., Korak, 3/2001, stran 24–26.
3. Kladnik, Rudolf: Osnove fizike I, DZS, Ljubljana, 1979.
4. Nedog, Andraž: Polaganje oblog ...3. del, Korak, 4/2003, stran 28–30.
5. Nedog, Andraž: Estrihi, Svet Mapei, 8/2007, stran 5–10.
6. Novak, Miroslav: Lesene talne obloge in klima; Korak 3/2002, stran 28–30.
7. Papini, A.: Nevarnosti kondenzne vode, Korak, 4/2003, stran 38–40.
8. Revija Korak, 1/2002, stran 25.
9. Revija Korak, 2/2000, stran 20.
10. Revija Korak, 3/2001, stran 35.
11. Revija Korak, 5/2003, stran 38–40.
12. Rupnik, Mitja: Previsoka vlaga v podlagi, Korak, 7/2006, stran 35.
13. Remmert, Karl: Fachbuch für Bodenleger, SN-Verlag, Hamburg, 2003.
14. Remmert, Karl: Fachbuch für Parkettleger, SN-Verlag, Hamburg, 2006.
15. Štern, Vinko: Izvedensko poročilo 2004, Bukovnik, 26. 5. 2004.
16. Štern, Vinko: Izvedensko poročilo 2004, Krajnc, 6. 12. 2004.
17. Štern, Vinko: Izvedensko mnenje 2006–2007, Šalamon, 9. 3. 2006.
18. Štern, Vinko: Izvedensko mnenje 2008, OŠ Dušana Bordona, 8. 6. 2008.
19. Štern, Vinko: Izvedensko mnenje 2009, Kocbek, 27. 2. 2009.
20. www.seicom-italy.com.
21. www.zrsss.si/~puncer/les/lastnost.htm.
22. Zajc, Andrej: IRMA – odgovor, Korak 6/2002, stran 53.
23. Zajc, A.; Hajdin, K.; Jamšek, Z.: Strokovnjaki o stroki, Korak 4/2003, stran 54–55.