VLAGA IN MATERIALI ZA GRADBENE KONSTRUKCIJE

mag. Miha Tomšič, univ.dipl.inž.grad.
Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.
Center za bivalno okolje, gradbeno fiziko in energijo

UVOD

Splošno znano je, da sodi večina težav in poškodb, s katerimi se srečujemo v življenjski dobi stavbe, v področje gradbene fizike. Prekomerno ali nedovoljeno navlaževanje materialov in konstrukcij je pojav iz te skupine, ki lahko nastopi tako pri starejših stavbah kot pri novogradnjah.

Včasih se problemi pojavijo šele po sanaciji obstoječih stavb, ko morda uporabimo kemijsko nekompatibilne materiale, konstrukciji dodamo sloje na napačnem mestu ali v napačni debelini, spremenimo določene oblikovne elemente (skrajšanje napuščev, sprememba naklona strehe ipd.) ali pa recimo spremenimo notranje mikroklimatske razmere s povečanjem zrakotesnosti ovoja brez hkratne spremembe režima uporabe in obratovanja prostorov, kar se odrazi v kondenzaciji vodne pare na površini konstrukcij ali znotraj njih.

Pogoj za navlaževanje materialov je njihova poroznost. V poroznih gradbenih materialih je vlaga prisotna zaradi higroskopnosti materiala, absorpcije vlage s kapilarnim vlekom (prodor in dvig) iz virov (zemljina, voda, …), s katerimi je material v stiku, in zaradi akumulacije vlage kot posledice kondenzacije vodne pare.

Tu se bomo omejili na težave z vlago, ki niso neposredno povezane s prekomerno ali nedovoljeno kondenzacijo vodne pare.

Noben material v naravi ni absolutno suh. Pri določenih preverjanjih zasnove konstrukcij uporabljamo recimo t.i. računsko (in tudi največjo dovoljeno) vlažnost materiala. Po končani gradnji stavbe govorimo o »vgrajeni« ali »gradbeni« vlagi, ki potrebuje še nekaj časa za izsuševanje.

Vprašanje pa je, kje je tista meja, ki loči suh material od mokrega, oz. kdaj govorimo o neprimerni vlažnosti. Kot "vlažen" oziroma "moker" navadno tako označujemo tisti material, pri katerem je vsebnost vlage tako velika, da lahko pride do poškodb samega materiala in/ali njegovih oblog. Stopnjo, pri kateri postane vlažnost določenega materiala nesprejemljiva, pa je težko natančno oceniti. Običajno preverjamo stopnjo nasičenja materiala z vlago.

Vsebnost vlage v materialu se lahko izraža skozi najrazličnejše vplive, med drugim skozi fizično propadanje materiala zaradi premikov, kristalizacijo soli, zmrzovanje, kemijsko propadanje zaradi agresivnih komponent v atmosferi, vodi in zemljini, pa tudi skozi biološko propadanje zaradi rastlin, mahov, lišajev, alg, gliv, bakterij in različnih členonožcev, predvsem insektov.

Včasih ni pomembna (največja trenutna) vsebnost vlage sama po sebi, ampak lahko tudi njeno nihanje povzroči določene nevšečnosti, kot npr. dimenzijske spremembe ali spremembe toplotnih lastnosti materiala.

NIHANJE VSEBNOSTI VLAGE

Nihanje vsebnosti vlage je lahko vzrok za občutne dimenzijske spremembe materialov oziroma posameznih homogenih konstrukcijskih sklopov, kar lahko povzroči premike konstrukcijskih elementov.

Tovrstnim spremembam je najbolj podvržen les. Tudi pri drugih konstrukcijskih oziroma gradbenih materialih pa lahko diferenčni premiki med sosednjimi materiali povzročijo visoke napetosti, ki se posebej pri zidovih izrazijo v deformacijah ali razpokah in lomih.

Nihanje vsebnosti vlage lahko pomembno vpliva na gostoto materiala. Pri zelo gostih in malo poroznih materialih je razlika med suhim in nasičenim stanjem zelo majhna. Visoka gostota pomeni tudi veliko toplotno prevodnost in taki materiali imajo slab toplotni upor. Po drugi strani pa je za materiale z visoko gostoto pogosto značilna mikroporoznost in nagnjenost k poškodbam zaradi kristalizacije soli. Zelo gosti materiali navadno zato niso primerni za splošne gradbene namene. Materiali z majhno gostoto pa so večinoma bolj porozni. Ob absorbiranju večjih količin vlage se njihova gostota poveča, s tem pa se zviša tudi njihova toplotna prevodnost in zmanjša toplotni upor. Razlika v gostoti med suhim in nasičenim stanjem je lahko zelo velika.

Absorptivnost označuje količino vode, ki jo je material sposoben absorbirati pri normalnih pogojih. Celotna poroznost pa označuje količino vlage, ki bi jo material absorbiral, če bi ga vakuumsko impregnirali. Material, ki je naravno nasičen z absorbirano vlago, namreč še vedno vsebuje določeno količino zraka, ujetega v porah.

Les je edini material, pri katerem lahko neposredno sklepamo o pomenu in vplivu vsebnosti vlage. Pri drugih materialih nam primerjalne meritve vlažnosti pomagajo oblikovati gradiente vsebnosti vlage kot orodja za diagnostiko virov navlaževanja.

Prevelika vlažnost škodi tako lesu (razvoj gobe) kot drugim materialom, ki lahko sčasoma izgubijo sposobnost opravljanja svoje funkcije in celo fizično propadejo. Dodatna posledica nihanja vlažnosti so dimenzijske spremembe materialov, ki lahko v nadaljevanju povzročijo poškodbe celotnih sklopov. Pri lesu in materialih na osnovi cementa pa je na primer začetno skrčenje zaradi sušenja precej večje od dimenzijskih nihanj v razmerah normalnega obratovanja teh materialov.

POŠKODBE ZARADI ZMRZALI

Ob ohladitvi pod 0 ^{o}C preide voda v trdno agregatno stanje in tvori led. Led ima manjšo gostoto in večji volumen kot voda. Zmrzovanje lahko zato zaradi ekspanzije povzroči poškodbe poroznih materialov. Najpogostejša oblika poškodb je progresivna erozija površinskega sloja zaradi loma pornih struktur. Če pa so površinski sloji zgoščeni zaradi različnih zunanjih vplivov, na primer nastanka kalcijevega sulfata na površini peščenjakov v onesnaženi atmosferi, je kamnina pod tako površino navadno poroznejša in šibkejša. V tem primeru lahko pride do odkrušenja oziroma odstopa celotnega zunanjega sloja do globine 10 mm in več.

Občutljivost na zmrzovanje je od materiala do materiala različna. Odvisna je od razmerja med količino vode v materialu ob nastopu zmrzovanja in celotno poroznostjo materiala. Ko je porozen material v stiku s tekočo vodo, na primer s padavinami ali vlago, ki se kapilarno dviga iz zemljine, se pore z absorpcijo polnijo z vlago. Ni pa nujno, da pride do popolnega nasičenja

materiala. Zračni prostori, ki ostanejo v porah, lahko takrat do določene mere prevzamejo dimenzijske spremembe zaradi nastajanja ledu in preprečijo ali vsaj zelo zmanjšajo možnost razpok materiala.

Koeficient nasičenja nam pove razmerje med količino absorbirane vode in poroznostjo materiala. Materiali z nizkim koeficientom nasičenja so dobro odporni proti zmrzovanju. Koeficient nasičenja je dober primerjalni kazalec potencialne trajnosti materiala. Ne moremo pa ga uporabiti za neposredno medsebojno oceno trajnosti različnih poroznih materialov, na primer opečnih zidakov in peščenjakov, kot tudi ne različnih tipov sicer istovrstnega materiala.

Porozen material absorbira vodo s kapilarnim vlekom. Absorpcijska sila je večja pri manjših porah. Nasprotno pa je v večjih porah ventilacija učinkovitejša in s tem tudi disperzija vode iz por temeljitejša. Materiali z majhnimi porami in mikroporozni materiali torej močneje absorbirajo in slabše disperzirajo vlago. Zaradi tega lahko pri njih pričakujemo večjo vsebnost vlage v fazi zmrzovanja in večjo nevarnost poškodb.

Odpornost na dimenzijske spremembe med zmrzovanjem je odvisna tudi od razmerja med celotno poroznostjo in vezljivostjo materiala. V splošnem velja, da so manj porozni materiali bolj odporni na zmrzovanje od zelo poroznih materialov. To dejstvo je treba upoštevati pri oceni trajnosti materiala na podlagi rezultatov analize distribucije velikosti por.

Koeficient nasičenja in distribucijo velikosti por določamo z laboratorijskimi preskusi. Pravo sliko o trajnosti oziroma odpornosti materiala pa dobimo s testi, pri katerih simuliramo dejanske razmere, v katerih se bo material nahajal v svoji življenjski oziroma obratovalni dobi. Predvsem gre tu za tip oziroma način izpostavljenosti materiala zunanjim vplivom. Skrbna analiza vzrokov poškodb je posebej potrebna v urbanih okoljih. Poškodbe, ki jih povzroča onesnažena atmosfera, so namreč povsem podobne poškodbam zaradi zmrzovanja.

KEMIJSKE POŠKODBE

Tako kot poškodbe zaradi zmrzovanja so tudi kemijske poškodbe odvisne od prisotnosti vlage v materialu. Najpreprostejša oblika kemijskih poškodb je izluževanje topnih materialov zaradi atmosferskih padavin. Večina gradbenih (konstrukcijskih) materialov je dovolj odpornih na izluževanje, problematični pa so lahko predvsem okrasni in umetniški elementi (plastike, kipi, štukature, …), narejeni iz materialov, ki jih dež raztaplja.

Resnejše kemijske poškodbe zasledimo v onesnaženi urbani atmosferi. V onesnaženem zraku so prisotni dušikovi in žveplovi oksidi, ki se v padavinski vodi raztapljajo in vežejo v dušikovo (III) kislino in žveplovo (IV) kislino. Ti kislini reagirata z v materialih prisotnimi karbonati in pri tem nastanejo nitriti oziroma sulfiti. V določeni fazi pa lahko omenjeni kislini oksidirata v še agresivnejši dušikovo (V) kislino in žveplovo (VI) kislino.

Dušikove in žveplove kisline povzročijo zelo hitro erozijo karbonatov in celo erozijo silikatnih komponent v kamnu, malti in betonu. Stopnja erozije je odvisna od velikosti aktivne površine materiala, ki je v stiku z agresivno raztopino. Makrokristalinski materiali zato erodirajo počasneje kot mikrokristalinski, pri katerih je skupna aktivna površina precej večja. Podobno je pri manj poroznih materialih izluževanje počasnejše kot pri zelo poroznih materailih. Pomembna pa je tudi distribucija velikosti por. Mikroporozni materiali erodirajo hitreje od makroporoznih, saj intenzivneje absorbirajo padavinsko vlago in v njej raztopljene škodljive komponente iz ozračja, hkrati pa je upočasnjeno in oteženo ventilacijsko sušenje por.

Neposredni eroziji materiala zaradi agresivnih kislin se v naslednji fazi praviloma pridružijo poškodbe zaradi soli, ki so rezultat procesa erozije. Te soli se ob izhlapevanju vlage kopičijo na zunanji površini prizadetega elementa in kristalizirajo. Kristali pa s svojo ekspanzijo povzročajo dodatne razpoke in poškodbe, ki so zelo podobne poškodbam zaradi zmrzovanja.

Do poškodb zaradi kristalizacije ne pride vedno zaradi soli, ki bi v materialu nastale kot posledica nečistoč iz ozračja. Najbolj kritični so primeri, ko je sicer normalno odporen material izpostavljen naplavljanju oziroma izcejanju z drugih materialov, kar privede do nalaganja velikih količin kristalizirajočih soli. Silikatni peščenjaki so na primer sami po sebi zelo trajni in se v njih tudi v onesnaženem ozračju ne tvorijo soli, saj je kremen zelo odporen na nečistoče v atmosferi. Če pa absorbirajo vlago, ki se izceja z apnencev, pride do nastanka kalcijevih ali magnezijevih soli. Te soli se nabirajo na površinah, kjer vlaga izhlapeva, in povzročajo velike poškodbe zaradi erozije. Pojav je tipičen za zgradbe iz peščenjakov v urbanih okoljih. Do erozije pride pod horizontalnimi fugami med posameznimi kamni kot posledica soli, ki nastanejo v vezivni malti in se izcejajo na kamnite bloke.

Podoben problem lahko nastopi tudi pri zidovih, kjer nastopa več vrst istega kamna, recimo magneziten in apnenčev peščenjak. Slednji je zelo trajen material in se pogosto uporablja pri sanaciji poškodovanih, manj odpornih kamnitih blokov iz magnezitnega peščenjaka. Izcejanje magnezijevih soli pa lahko povzroči izjemno hitro erozijo apnenčevega peščenjaka, celo hitrejšo, kot je bila erozija pri zamenjanem magnezitnem peščenjaku.

Poškodbe zaradi erozije lahko nastopijo tudi pri opeki zaradi prisotnosti sulfatov v glini, ki povzročajo kristalizacijo. Soli v opeki so lahko tudi posledica kapilarnega vleka vlage. Pogost primer je erozija opečnih zidakov tik nad nivojem terena zaradi zmrzovanja v razmerah konstantne nasičenosti z vlago ali zaradi kristalizacije absorbiranih soli, na primer natrijevega sulfata.

Poškodbe zaradi vlage v povezavi z onesnaženo atmosfero niso omejene le na porozne peščenjake in apnence. Pojavijo se lahko celo pri marmorjih z gosto kristalinsko strukturo, na poliranih granitnih površinah in kot delaminacija oziroma razplastitev pri skrilavcih.

NAVLAŽEVANJE ZARADI ZAMAKANJA

Pri načrtovanju stavbe je treba posebno pozornost posvetiti preprečevanju prekomernega navlaževanja konstrukcijskih elementov in sklopov zaradi kapilarnega vleka vlage in kondenzacije vodne pare. Pogosto pa pride med obratovanjem stavbe do naključnih dogodkov, ki jih ni bilo mogoče predvideti, povzročijo pa lahko izrazite poškodbe. Tak primer so na primer izlivi vode zaradi poškodovanih instalacij, zamakanje atmosferske vode zaradi mehanskih poškodb ovoja stavbe in celo navlažitev delov stavbe v primeru gašenja požarov.

Tovrstno navlaževanje je posebej nevarno za lesene dele stavbe, čeprav so v določeni meri prizadeti tudi drugi materiali. Nevarnost razvoja hišne gobe je izrazita takrat, ko se navlaženi les suši počasi in v slabo prezračevanem okolju. Goba pa se je v iskanju hranljivih snovi sposobna razprostreti tudi za ometom in skozi zidovje. V ekstremnih primerih je lahko prepredena celotna zidna struktura. Ko goba najde nove lesene elemente v slabo prezračevanih razmerah, se s samo presnovo lesa generira zadostna vlažnost za optimalen nadaljen razvoj gobe, pri katerem se prhnenje in fizičen propad lesenih delov nadaljujeta.

Sanacija vlage zaradi zamakanja terja natančno in hitro ukrepanje, vendar je pogosto otežena zaradi količine vlage ali nedostopnosti delov, kjer se je pojavila. Bistvenega pomena je čimhitrejše sušenje stavbe oziroma njenih navlaženih delov. V prvi fazi gre za sušenje z izhlapevanjem površinske vlage, kar je lahko relativno hiter proces. Vlaga iz notranjosti materialov pa se izsušuje počasneje. Če potrebne toplote ne zagotovimo iz zunanjih virov, se med izhlapevanjem vode temperatura površin, ki navlažene že sicer predstavljajo toplotni most zaradi večje toplotne prevodnosti, še dodatno znižuje. To je eden od razlogov, zaradi katerih so vlažne stavbe hkrati tudi hladne.

Proces sušenja se upočasnjuje sorazmerno z globino površine, s katere izhlapeva voda. Ko se ta pomika globlje v material, mora priti izhlapevajoča vlaga najprej z difuzijo do zunanje površine. Da bi pospešili sušenje, je zato zelo priporočljivo v okviru možnosti najprej odstraniti navlažene nenosilne dele konstrukcijskih elementov, posebej tiste, ki zaradi prekomerne navlaženosti tudi v suhem stanju ne bi mogli več v celoti opravljati svoje funkcije.

Nujno je treba ob tem zagotoviti odvajanje izhlapele vlage iz prostorov. Ob izhlapevanju se namreč povišuje relativna vlažnost zraka v prostoru, ki zavira nadaljnje izhlapevanje, hkrati pa povečuje nevarnost kondenzacije vodne pare. Najučinkovitejša metoda za sušenje navlažene stavbe je temeljito naravno prezračevanje s prostim kroženjem zunanjega zraka skozi prostore. Nižja je temperatura zunanjega zraka, nižja je tudi njegova absolutna vlažnost. Hladen zunanji zrak ima tako mnogo večjo sposobnost navzemanja vlage ob vstopu v notranjost stavbe v primerjavi s toplejšim notranjim zrakom. Izhlapevanje vlage s površine navlaženih notranjih delov stavbe pa je mogoče učinkovito pospešiti tudi s kontroliranim zmernim dovajanjem toplote, na primer s sistemom temperiranja zidov.

NAVLAŽEVANJE ZARADI PRODORA VLAGE

Prodoru vlage skozi konstrukcijske sklope se praviloma izognemo z uporabo strokovno pravilnih rešitev zasnove detajlov in celotnih sklopov ter z izvedbo v skladu s pravili stroke. Posebej zunanje stene morajo biti same po sebi sposobne upirati se prodoru padavin. Z uporabo dodatnih varnostnih elementov, na primer nadstreškov, in s pravilno izvedbo odvodnjavanja atmosferske vode s strehe, lahko dodatno zmanjšamo nevarnost prodora vode, do katerega lahko pride zaradi napak v izvedbi ali zaradi mehanskih poškodb zunanjih slojev stene.

Nekoč je bila ena od osnovnih oblik zaščite pred vlago dosežena z ustrezno veliko debelino konstrukcije (včasih temu rečemo tudi »hidroizolacija z maso«). Pri homogenih masivnih zidovih je prodor vode in s tem navlaževanje zidu lahko posledica premajhne absorpcijske kapacitete, na primer pri zidovih nezadostne debeline ali lokalno v neposredni okolici oslabljenih delov zidu, na primer pri okenskih špaletah. Drugi najverjetnejši vzrok tovrstnega navlaževanja pa je prevelika permeabilnost zidu. Ta pojav je pogost pri apnencih in peščenjakih, ki zaradi kislin v onesnaženi atmosferi sčasoma erodirajo, pri čemer se povečuje njihova permeabilnost.

Pogosto vzorec navlaževanja sledi vzorcu zidave in se ustvarja v vezivu ali v opeki oziroma kamnu, odvisno od tega, kateri od materialov ima večjo permeabilnost. Včasih pa je navlaževanje notranjih slojev sten posledica uporabe zelo nepropustnega materiala, na primer granita, in običajne vezivne malte. Malta bi morala v tem primeru absorbirati tudi velik del vlage, ki se steka po nepropustni površini kamna v območje fug. Ker ima omejeno kapaciteto absorpcije, pride relativno hitro do nasičenja z vlago v sloju malte po celotni globini zidu. V primeru uporabe bolj permeabilnega konstrukcijskega materiala bi ta absorbiral del vlage in tako razbremenil vezivni sloj.

Vlažnost, do katere pride zaradi prodora vlage zaradi nezadostne absorpcijske kapacitete materiala, ima v notranjosti relativno enakomeren potek. Izjema so le deli stene, ki so zaščiteni pred padavinami, na primer zgornji del stene v območju nadstreška ali napušča. Posebej pri makroporoznih materialih se padavinska voda, ki jo stena absorbira, steka proti dnu stene. Če pri tem naleti na oviro, na primer sloj hidroizolacije, se prične nad njo kopičiti.

Pri zunanjih stenah v pritličjih stavb lahko ta primer zlahka zamenjamo z navlaževanjem zaradi kapilarnega dviga vlage! Šele ogled in preiskava stanja hidroizolacijskega sloja in vlažnosti morebitne stene pod ravnijo terena pod prizadeto steno oziroma pod slojem hidroizolacije nam da pravo sliko o dogajanju.

Navlaževanje zaradi prodora vlage lahko omilimo z uporabo vodoodbojnih nanosov ali izvedbo manj vodopropustnih zunanjih zaključnih slojev. Metoda in vrsta uporabljenih materialov sta odvisni od mnogih parametrov, zato je potrebno za vsak primer posebej izdelati detajlno analizo.

KAPILARNI DVIG VLAGE

S kapilarnim dvigom navadno opisujemo vlago, ki jo stena ob svojem vznožju kapilarno vsrkava iz terena. Enakomerna vlažnost ob vznožju tako zunanjih kot notranjih sten je večinoma posledica neobstoječe, slabo izvedene ali prekinjene, neprimerne ali poškodovane plasti hidroizolacije. Enak pojav pa je iz istih razlogov mogoče opaziti tudi pri tleh, ki ležijo neposredno na terenu.

Najpogostejše težave povzročajo slabo izvedeni spoji horizontalne in vertikalne hidroizolacije v območju stika med tlemi in steno ter prekinitve hidroizolacije v območju stebrov, ki ležijo neposredno na nosilni plošči. Kot je bilo omenjeno v prejšnjem poglavju, je vzorec navlaževanja zaradi kapilarnega dviga precej podoben vzorcu navlaževanja zaradi prodora atmosferske vode v makroporoznih materialih. Če gre za slednji primer, se problem seveda ne da odpraviti s sanacijo ali izvedbo novih slojev hidroizolacije. Identifikacija oziroma diagnoza vzrokov navlaževanja je zato bistvenega pomena za njihovo učinkovito odpravo.

Lokalne napake v izvedbi hidroizolacije je praviloma mogoče uspešno sanirati. Preprečevanje navlaževanja zaradi kapilarnega dviga vlage v stavbah, kjer sloj hidroizolacije sploh ne obstaja, pa terja temeljito preverjanje možnosti uporabe posameznih postopkov glede na konstrukcijske in gradbeno-fizikalne značilnosti stavbe ter njeno mikrolokacijo.

NAVLAŽEVANJE ZARADI PRISOTNOSTI HIGROSKOPNIH SOLI

Za higroskopne soli je značilno, da absorbirajo vlago. V splošnem vstopijo v steno s kapilarnim dvigom in se akumulirajo na površinah, kjer se odvija izhlapevanje vlage. Manj pogost je njihov pojav ob prodoru vlage; do tega pride pretežno v obmorskih in industrijskih območjih, v zadnjih desetletjih pa tudi v urbaniziranih okoljih, kjer onesnaženi zrak vsebuje kisline, ki lahko ob kemijskih reakcijah s konstrukcijskimi materiali tvorijo higroskopne soli.

Do podobne situacije pride tudi zaradi vsebnosti kislin v dimnih plinih ob zgorevanju premoga ali kurilnega olja, posebej še, če pride do kondenzacije teh plinov. Higroskopne soli se nalagajo na površinah, kjer prihaja do izhlapevanja vlage, absorbirajo vlago iz zraka in povzročajo navlaževanje tudi tam, kjer sicer ne obstaja vir vlage. Nakopičena sol ovira nadaljnje

izhlapevanje vlage. Če pride do tega pojava v povezavi s kapilarnim dvigom, se tako vlaga progresivno dviga vedno višje po steni.

Vsekakor je za sanacijo stanja treba izločiti vire vlage oziroma navlaževanja in fizično odstraniti usedline soli. Ker se večina v konstrukcijskem sklopu prisotnih soli koncentrira na zunanjih površinah, kjer prihaja do izhlapevanja vlage, navadno zadostuje, če prizadete dele ometa zamenjamo z novim, v primeru opečnih zidakov ali kamnitih blokov pa sol odstranimo z izmeničnim spiranjem z vodo in krtačenjem. Na tržišču se sicer pojavlja mnogo proizvodov, ki naj bi preprečevali ali zavirali nastanek soli, ali pa obstoječe soli nevtralizirali. Ker pa prihaja do migracije soli skozi zidovje in omete le v vodni raztopini, je prava rešitev preprečevanje gibanja vlage oz. vode skozi konstrukcijski sklop, in njegovega navlaževanja nasploh. Le na ta način je mogoče uspešno in trajno preprečiti nastanek usedlin higroskopnih soli na površinah zidov.

SKLEP

Razlogov za navlaževanje gradbenih konstrukcij ni vedno enostavno odkriti. Preprečevanje posledic navlaževanja je vezano na natančno identifikacijo vira težav in na njegovo odpravo. Če je vzrok dovolj očiten, ga je v določenih primerih mogoče tudi enostavno odstraniti. Včasih pa je vzrok skrit ali pa jih je celo več in vplivajo drug na drugega. Do napak lahko pride tako v fazi načrtovanja (neprimerna zasnova konstrukcij in detajlov) in gradnje (izvedba neskladno s projektom in dobro gradbeno prakso) stavbe, kot seveda tudi med njeno uporabo (opustitev rednega vzdrževanja in pregleda konstrukcij in drugih elementov ovoja stavbe). Posebna tema za ločeno obravnavo pa so poškodbe zaradi vlage, ki nastaja zaradi kondenzacije vodne pare. Ob korektni zasnovi konstrukcij in ob tehničnih možnostih za ustrezno ogrevanje in prezračevanje prostorov je vzrok praviloma v neprimerni mikroklimi v prostorih.