

Obsah

1. Obnova a rekonstrukce stavebního fondu, trvanlivost a životnost staveb	23
1.1 Trvanlivost a životnost staveb	27
1.2 Hodnocení stavebně-technického stavu, druhy a rozsah obnovy staveb	32
1.3 Výstavba bytových a občanských staveb v 2. polovině 19. a v 20. století	35
2. Ochrana a obnova památkově chráněných objektů a staveb	47
2.1 Nástin vývoje památkové péče	51
2.2 Legislativní rámec památkové péče	55
2.3 Obnova památkově chráněných objektů	61
2.4 Průzkumy historických staveb	67
3. Stavitelství a architektura, ochrana a obnova historických staveb	73
3.1 Počátky historického stavitelství a architektury	77
3.2 Nástin historického vývoje stavitelství a architektury	78
3.2.1 Nástin historického vývoje stavitelství od Mezopotámie do 2. poloviny 6. století	78
3.2.2 Nástin historického vývoje stavitelství v Českých zemích od středověku do počátku 19. století	82
3.2.3 Nástin historického vývoje stavitelství v Českých zemích od poloviny 19. století do poloviny 20. století	104
3.3 Vývoj konstrukcí a materiálů zděných historických staveb	113
3.3.1 Charakteristické uspořádání nosných konstrukcí zděných historických staveb	113
3.3.2 Předsazené a visuté konstrukce historických staveb	119
3.4 Omítky a povrchové úpravy historických zděných staveb	125
3.5 Materiály zděných konstrukcí historických staveb	129
3.5.1 Pojiva zděných konstrukcí historických staveb	129
3.5.2 Zdicí prvky zděných konstrukcí historických staveb	132
3.5.3 Dřevěné konstrukce historických zděných staveb	154
3.5.4 Cementová pojiva a betonové konstrukce historických zděných staveb	160
3.6 Konsolidace, sanace a zpevňování materiálů zděných konstrukcí historických staveb	164
3.6.1 Konsolidace, sanace a zpevňování přírodního kamene, omítek a povrchových úprav historického zdiva	166
3.6.2 Konsolidace a zpevnění dřevěných konstrukcí a ochranné prostředky proti dřevokazným činitelům	171
3.6.3 Konsolidace a zpevnění betonu a betonových konstrukcí historických zděných staveb	175
3.7 Čištění degradovaných materiálů historických staveb	179
3.8 Příklady obnovy, konzervace a restaurace památkových objektů	182
3.8.1 Katedrála sv. Víta, Václava a Vojtěcha	182
3.8.1.1 Stavebně-historický vývoj	182
3.8.1.2 Obnova a rekonstrukce	183
3.8.2 Chrám sv. Barbory	187
3.8.2.1 Stavebně-historický vývoj	187
3.8.2.2 Obnova a rekonstrukce	189
3.8.3 Karlův most	191
3.8.3.1 Stavebně-historický vývoj	192
3.8.3.2 Obnova a rekonstrukce	194
3.8.3.3 Chemická a biochemická koroze kamenného zdiva	197
3.8.3.4 Založení mostních pilířů Karlova mostu	200

3.8.3.5	Mechanické poruchy a přetváření kamenné mostní konstrukce	202
3.8.3.6	Vliv zvýšené vlhkosti kamenné mostní konstrukce a výplňových vrstev	206
3.8.3.7	Vady a nedostatky opravy Karlova mostu dokončené počátkem 21. století	208
3.8.4	Klášter Teplá	211
3.8.4.1	Stavebně-historický vývoj	211
3.8.4.2	Obnova a rekonstrukce	213
3.8.5	Hrad Bečov	216
4.	Zatěžovací účinky a vlivy, vady a poruchy historických zděných staveb	219
4.1	Spolehlivost a životnost staveb	223
4.2	Mechanické a deformační účinky a vlivy	224
4.3	Vady a poruchy staveb	245
4.4	Příklad poruch a narušení historické zděné stavby	255
5.	Degradační procesy materiálů a konstrukcí historických zděných staveb	263
5.1	Degradační procesy	267
5.2	Klasifikace degradačních procesů	269
5.3	Chemické degradační procesy	275
5.4	Fyzikální degradační procesy	290
5.5	Mikrobiologické a biologické degradační procesy	296
5.5.1	Biodegradace kamene, omítek a povrchových úprav historických zděných staveb	307
5.5.2	Biodegradace betonu, betonových konstrukcí a cementového pojiva historických zděných staveb	310
5.5.3	Dřevokazné degradační procesy dřevěných konstrukcí historických staveb	315
6.	Zakládání historických zděných budov, rekonstrukce a sanace základových konstrukcí	325
6.1	Historický úvod	329
6.2	Druhy historických základových konstrukcí	331
6.3	Vývoj historických postupů a předpisů pro navrhování základových konstrukcí	335
6.4	Základové podloží, sedání a poruchy základových konstrukcí zděných budov	340
6.5	Poruchy základových konstrukcí zděných staveb	351
6.6	Stavebně-technický průzkum a hodnocení základových konstrukcí	361
6.7	Rekonstrukce a sanace základových konstrukcí	364
6.7.1	Metody sanace stávajících základových konstrukcí	365
6.7.2	Sanace základů s rozrušenými povrchovými vrstvami	381
6.7.3	Zlepšování vlastností základových zemin	383
6.8	Zajištění základů při provádění výkopů a jam	389
6.9	Zajištění konstrukce budovy při provádění sanace a rekonstrukce základů	391
7.	Nosné stěny a pilíře historických zděných staveb	393
7.1	Historický úvod	397
7.2	Historický vývoj zděných staveb	398
7.3	Druhy historických svislých konstrukcí	402
7.4	Vývoj postupů a předpisů pro navrhování historických zděných konstrukcí	404
7.5	Konstrukční zásady a řešení historických zděných staveb	414
7.6	Zůstatková zatížitelnost cihelného a smíšeného historického zdiva	425
7.6.1	Zůstatková zatížitelnost historického cihelného zdiva	427
7.6.2	Zůstatková pevnost v tlaku historického smíšeného zdiva	437
7.7	Analýza statického působení a porušení vícevrstvého zdiva	448

7.8	Analýza statického působení tlačných zděných konstrukcí	454
7.9	Vliv vlhkosti na významné mechanické vlastnosti zdiva	466
7.9.1	Vliv pórovitosti a vlhkosti na pevnost a modul pružnosti v tlaku historického zdiva	466
7.9.2	Modelová analýza vlivu vlhkosti zdiva na redistribuci tlakového namáhání	481
7.10	Vliv deště hnaného větrem na vlhkost neomítnutého zdiva	483
7.11	Charakteristické vady a poruchy svislých zděných konstrukcí historických staveb	484
7.12	Hodnocení a diagnostika historických svislých zděných konstrukcí	498
7.13	Zesilování a sanace cihelných a kamenných zděných pilířů a stěn historických staveb	499
7.13.1	Sanace a zpevnění lokálně narušených zděných pilířů a stěn	501
7.13.2	Zesilování a sanace cihelných a kamenných zděných pilířů a stěn pod zatížením	508
7.14	Sanace a zesilování zděných pilířů a stěn přídatnou konstrukcí	510
7.14.1	Experimentální výzkum účinnosti zesilování zděných pilířů přídatnou konstrukcí	519
7.14.2	Přibližné stanovení návrhových zatížení zdiva zesíleného přídatnou konstrukcí	523
7.15	Sanace a zesilování zděných pilířů a stěn kompozity na bázi FRP	529
7.15.1	Experimentální výzkum zesilování zděných pilířů kompozity na bázi FRP	531
7.15.2	Mechanismus porušování tlačných zděných pilířů a stěn zesílených kompozity FRP, vyhodnocení experimentálního výzkumu	561
7.15.3	Vliv výstřednosti na napjatost a deformace zděných pilířů	572
7.15.4	Stanovení návrhových zatížení v tlaku zdiva zesíleného kompozity FRP	574
7.15.5	Požární odolnost zděných konstrukcí zesílených FRP	580
7.16	Spínání zděných konstrukcí lamelami na bázi kompozitů FRP	582
7.17	Spínání zděných konstrukcí ocelovými táhly a předepnutými kabely	586
7.18	Sanace a zpevnění historických zděných konstrukcí injektáží	591
7.18.1	Technologie a metody provádění injektáže	592
7.18.2	Injektážní látky, směsi a gely	595
7.18.3	Experimentální výzkum injektáže zdiva	598
7.18.3.1	Analýza výsledků experimentálního výzkumu injektáže zdiva	598
7.18.3.2	Shrnutí výsledků experimentálního a laboratorního výzkumu	612
7.18.4	Navrhování injektáže zdiva z hlediska zvýšení únosnosti zdiva v tlaku	628
7.19	Injektáž trhlin narušujících celistvost zdiva	630

8. Klenby a klenbové konstrukce historických zděných staveb 631

8.1	Historický úvod	635
8.2	Historické klenbové konstrukce	653
8.3	Vývoj postupů a předpisů pro navrhování historických klenbových konstrukcí	671
8.3.1	Navrhování kleneb podle empirických vztahů a přibližných metod	672
8.3.2	Navrhování kleneb podle analytických postupů	676
8.3.3	Analýza historických klenbových konstrukcí moderními numerickými metodami	689
8.4	Stabilita a mechanismy porušování valených kleneb	700
8.4.1	Stabilita a porušování křížových a sférických kleneb	714
8.4.2	Ztužení klenbových konstrukcí, klenbové kleště a táhla, klenbové nadezdívky a patky kleneb	714
8.5	Charakteristické poruchy historických zděných kleneb	721
8.6	Hodnocení a diagnostika zděných klenbových konstrukcí	726
8.7	Rekonstrukce, sanace a zesilování historických zděných kleneb	727
8.7.1	Sanace a zesilování narušených valených kleneb injektáží a přídatnou konstrukcí	728
8.7.2	Sanace a zesilování zděných valených kleneb kompozity FRP	741
8.7.2.1	Sanace a zesilování klenbových konstrukcí kompozity FRP, shrnutí výsledků experimentálního výzkumu	755
8.7.2.2	Teoretická analýza napjatosti valené klenby zesílené kompozity CFRP	758
8.7.2.3	Zesilování klenbových konstrukcí v oblastech tahových napětí kompozity FRP	760
8.7.2.4	Požární odolnost zděných konstrukcí zesílených FRP	763
8.7.2.5	Zesílení porušených valených kleneb s výsečemi	763
8.7.3	Sanace a zesilování valených kleneb výztuží zabudovanou do drážek	765
8.8	Odezva kleneb vystavených dynamickým účinkům	770

8.8.1	Experimentální výzkum odezvy valených segmentových kleneb na dynamické zatížení	771
8.8.1.1	Střídavé statické a dynamické zatěžování	774
8.8.1.2	Vyhodnocení odezvy valených segmentových kleneb z hlediska dynamických charakteristik (dynamická odezva)	775
8.8.1.3	Shrnutí	780
8.8.2	Zvýšení odolnosti historických zděných staveb s klenbovými konstrukcemi v oblastech zvýšené seizmicity	780
8.9	Zásady pro zesilování zděných kleneb kompozity FRP	782
8.10	Provádění otvorů a prostupů v klenbách	785
8.10.1	Zajištění stability kleneb při provádění rekonstrukcí	787
8.11	Ploché a rovné klenby a keramické stropní konstrukce	789
8.11.1	Charakteristické poruchy plochých kleneb a zděných stropních konstrukcí	793
8.11.2	Rekonstrukce a sanace plochých a rovných klenbových stropních konstrukcí	796

9. Historické dřevěné stropní konstrukce 799

9.1	Historický vývoj dřevěných stropních konstrukcí	803
9.2	Druhy historických dřevěných stropních konstrukcí	808
9.2.1	Povalové dřevěné stropní konstrukce	808
9.2.2	Trámové (stropnicové) dřevěné stropní konstrukce	809
9.3	Vývoj historických postupů navrhování dřevěných stropních konstrukcí	821
9.4	Biodegradace dřevěných stropních konstrukcí napadených biologickými škůdci	824
9.5	Odolnost dřevěných stropních konstrukcí před vysokou teplotou a požárem	826
9.6	Trvanlivost a stárnutí historických dřevěných stropních konstrukcí	829
9.7	Akustické vlastnosti historických dřevěných stropních konstrukcí	831
9.8	Vady a poruchy dřevěných stropních konstrukcí	835
9.9	Hodnocení a diagnostika historických dřevěných stropních konstrukcí	841
9.10	Ochrana dřevěných stropních konstrukcí proti dřevokazným činitelům	843
9.11	Sanace a zesilování dřevěných stropních konstrukcí	845
9.11.1	Zesilování dřevěných stropních konstrukcí	845
9.12	Obnova a rekonstrukce památkově chráněných dřevěných stropních konstrukcí	858

10. Schodiště v historických stavbách 879

10.1	Historický vývoj schodišťových konstrukcí	883
10.2	Vývoj historických postupů a předpisů pro navrhování schodišťových konstrukcí	901
10.3	Hodnocení a diagnostika schodišť	906
10.4	Vady a poruchy schodišťových konstrukcí a schodišťových stupňů	907
10.5	Rekonstrukce historických schodišťových konstrukcí	909

11. Historické komíny a vytápění budov 913

11.1	Historický vývoj	917
11.2	Vývoj historických postupů a předpisů pro navrhování komínů	925
11.3	Chemické a fyzikální degradační procesy zdiva komínového tělesa	927
11.4	Vady a poruchy komínů	930
11.4.1	Vady komínů	930
11.4.2	Poruchy komínů	930
11.5	Hodnocení a diagnostika komínů	933
11.6	Rekonstrukce komínových těles a průduchů	934

12. Historické podlahové konstrukce	937
12.1 Historický vývoj podlahových konstrukcí	941
12.2 Druhy historických podlahových konstrukcí	946
12.2.1 Mazaniny a lité povrchy	946
12.2.2 Historické dlažby	947
12.2.3 Historické dřevěné podlahy	949
12.3 Vady a poruchy historických podlahových konstrukcí	952
12.4 Hodnocení a diagnostika podlahových konstrukcí	953
12.5 Rekonstrukce podlah	955
13. Historické výplně otvorů	957
13.1 Historický vývoj výplní otvorů	961
13.1.1 Historický vývoj dveřních výplní	961
13.1.2 Historický vývoj okenních výplní	964
13.2 Konstrukční a materiálové řešení, funkční požadavky	973
13.3 Vady a poruchy otvorových výplní	977
13.4 Hodnocení a diagnostika otvorových výplní	979
13.5 Rekonstrukce a obnova výplní otvorů	981
14. Historické dřevěné krovy	987
14.1 Historický vývoj krovových konstrukcí	991
14.2 Konstrukční řešení krovů	1013
14.3 Funkce krovových prvků	1018
14.4 Statické působení spojů krovových prvků	1020
14.5 Prostorová tuhost a výpočtové modely krovů	1024
14.6 Vady a poruchy krovových konstrukcí	1028
14.7 Hodnocení a diagnostika krovových konstrukcí	1031
14.8 Trvanlivost a životnost dřevěných krovů	1033
14.9 Biodegradace dřevěných krovů	1034
14.10 Protipožární ochrana dřevěných krovů	1035
14.11 Sanace a zesilování dřevěných krovových prvků a konstrukcí	1036
15. Historické srubové, roubené a hrázděné konstrukce	1047
15.1 Historický vývoj dřevěných srubových a hrázděných staveb	1051
15.2 Srubové, roubené a hrázděné konstrukce dřevěných staveb	1055
15.2.1 Srubové a roubené stavby	1055
15.2.2 Hrázděné stavby	1059
15.3 Biodegradace srubových, roubených a hrázděných staveb	1071
15.4 Odolnost srubových, roubených a hrázděných staveb před vysokou teplotou a požárem	1073
15.5 Trvanlivost a stárnutí historických srubových, roubených a hrázděných staveb	1074
15.6 Tepelně-technické vlastnosti srubových a hrázděných obvodových konstrukcí	1076
15.7 Vady a poruchy historických roubených a hrázděných staveb	1083
15.8 Hodnocení a diagnostika srubových, roubených a hrázděných staveb	1093
15.9 Sanace a rekonstrukce srubových, roubených a hrázděných staveb	1094
15.10 Příklady rekonstrukce historických srubových, roubených a hrázděných staveb	1100

16. Sanace a ochrana staveb před zvýšenou vlhkostí	1107
16.1 Historické způsoby ochrany staveb a zdíva před zvýšenou zemní vlhkostí	1111
16.2 Zdroje a příčiny zvýšené vlhkosti staveb	1116
16.3 Stavebně-technický průzkum a hodnocení vlhkosti	1133
16.4 Ochrana staveb před zvýšenou vlhkostí	1134
16.4.1 Přímé sanační metody proti zvýšené vlhkosti	1135
16.4.2 Sanační omítky a hydroizolační bezespáré stěrky, potěry a omítky	1161
16.4.3 Nepřímé sanační metody proti zvýšení vlhkosti	1168
17. Sanace a rekonstrukce betonových a železobetonových konstrukcí	1171
17.1 Historický vývoj betonových konstrukcí	1175
17.1.1 Historické betonové a železobetonové stropní konstrukce	1177
17.2 Vývoj předpisů a norem pro navrhování betonových konstrukcí	1180
17.3 Trvanlivost a životnost betonových (železobetonových) konstrukcí a částí staveb	1185
17.4 Mechanismus porušení betonových konstrukcí	1190
17.5 Analýza účinku dotvarování a smršťování při zesilování nosných prvků	1197
17.6 Vady a poruchy betonových a železobetonových konstrukcí	1201
17.6.1 Vady historických betonových a železobetonových konstrukcí	1201
17.6.2 Poruchy historických betonových a železobetonových konstrukcí	1203
17.6.2.1 Poruchy svislých betonových a železobetonových konstrukcí	1206
17.6.2.2 Poruchy vodorovných železobetonových konstrukcí	1211
17.7 Hodnocení a diagnostika historických betonových a železobetonových konstrukcí	1219
17.8 Sanace a rekonstrukce betonových a železobetonových konstrukcí	1221
17.8.1 Sanace a rekonstrukce železobetonových sloupů, pilířů a stěn	1224
17.8.2 Sanace a rekonstrukce železobetonových stropních desek, nosníků a trámů	1236
17.8.3 Sanace porušených částí a povrchu betonových konstrukcí, zajištění vodotěsnosti betonu	1240
17.9 Rekonstrukce historických betonových konstrukcí	1248
17.9.1 Oblouková betonová mostní konstrukce	1248
17.9.2 Stav historické betonové obloukové (klenbové) mostní konstrukce a mostních pilířů	1249
17.9.3 Kritické zhodnocení výsledků průzkumu betonových konstrukcí	1250
17.9.4 Návrh konsolidace a sanace betonové obloukové mostní konstrukce	1251
17.9.5 Vestavěná ocelová mostní příhradová konstrukce zajišťující zatížitelnost mostu	1252
17.9.6 Numerická analýza vestavěné ocelové mostní příhradové konstrukce	1254
17.9.7 Numerická analýza historické betonové obloukové (klenbové) mostní konstrukce	1256
17.9.8 Souhrnné vyhodnocení numerické analýzy	1259
17.9.9 Plné využití fyzické životnosti betonových konstrukcí – příspěvek k ochraně životního prostředí	1262
18. Historické železné a ocelové konstrukce	1265
18.1 Historický vývoj ocelových/železných konstrukcí	1269
18.2 Materiály historických ocelových/železných konstrukcí	1273
18.3 Vývoj předpisů pro navrhování ocelových/železných konstrukcí	1275
18.4 Stárnutí a únava ocelových konstrukcí	1276
18.5 Koroze železa a oceli	1278
18.6 Ochrana ocelových konstrukcí před korozí	1283
18.7 Požární odolnost ocelových/železných konstrukcí	1284
18.8 Vady a poruchy historických ocelových/železných konstrukcí	1285
18.9 Stavebně-technický průzkum a hodnocení ocelových/železných konstrukcí	1287
18.10 Základní případy zesilování ocelových/železných prvků	1288
18.10.1 Spoje zesilujících prvků a historických ocelových/železných konstrukcí	1294

19. Navrhování rekonstrukcí z hlediska požadavků na pohodu vnitřního prostředí	1297
19.1 Úvod	1301
19.2 Základní tepelně-technické požadavky, ověřovací postupy	1302
19.2.1 Součinitel prostupu tepla	1302
19.2.2 Nejnižší vnitřní povrchová teplota	1303
19.2.3 Kondenzace vodní páry uvnitř stavební konstrukce	1304
19.2.4 Průměrný součinitel prostupu tepla	1304
19.2.5 Veličiny akustické imise	1305
19.2.6 Veličiny akustické izolace	1306
19.2.7 Veličiny akustické emise	1306
19.2.8 Činitel denní osvětlenosti	1306
19.3 Navrhování rekonstrukcí historických objektů z hlediska požadavků na tepelnou ochranu budov	1307
19.3.1 Historické nevytápěné budovy	1307
19.3.1.1 Stručná charakteristika	1307
19.3.1.2 Specifické problémy a jejich řešení	1310
19.3.1.3 Zlepšení stavebně-energetických vlastností	1312
19.3.2 Historické vytápěné budovy	1312
19.3.2.1 Stručná charakteristika	1312
19.3.2.2 Specifické problémy a jejich řešení	1315
19.3.2.3 Zlepšení stavebně-energetických vlastností	1317
19.4 Navrhování rekonstrukcí bytových a občanských staveb z období let 1850–1950 z hlediska požadavků na tepelnou ochranu budov	1320
19.4.1 Stručná charakteristika	1320
19.4.2 Specifické problémy a jejich řešení	1323
19.4.3 Zlepšení stavebně-energetických vlastností	1324
19.5 Navrhování rekonstrukcí zděných bytových objektů z období po roce 1950 z hlediska tepelné ochrany budov	1332
19.5.1 Charakteristika konstrukčního a materiálového řešení	1332
19.5.2 Charakteristické vady a poruchy	1333
19.5.3 Rekonstrukce a modernizace	1334
19.6 Stavební akustika	1337
19.6.1 Zvukově izolační vlastnosti rekonstruovaných objektů	1337
19.6.2 Zvuk technického zařízení rekonstruovaných budov	1340
19.7 Stavební světelná technika	1341
19.7.1 Proslunění budov	1341
19.7.2 Denní osvětlení	1344
19.7.3 Požadavky na denní osvětlení	1344
19.7.4 Rekonstrukce a denní osvětlení	1345
19.7.5 Stínění stávající zástavbě	1347
19.8 Navrhování rekonstrukcí panelových objektů z hlediska požadavků stavební fyziky	1348
19.8.1 Materiálové a konstrukční řešení	1348
19.8.2 Charakteristické vady a poruchy	1348
19.8.3 Rekonstrukce a modernizace	1349
20. Navrhování rekonstrukcí z hlediska požadavků na zdravotní nezávadnost	1353
20.1 Faktory vnitřního prostředí ovlivňující zdravotní stav uživatelů staveb	1357
20.1.1 Zdravotní závadnost staveb v historickém kontextu	1358
20.1.2 Navrhování rekonstrukcí z hlediska zdravotní nezávadnosti	1359
20.2 Chemické škodliviny	1360
20.2.1 Nejčastější druhy chemických škodlivin	1361
20.2.2 Snižování expozice chemickým škodlivinám	1362
20.3 Aerosoly	1364

20.3.1	Biologický aerosol	1365
20.3.2	Vláknitý prach	1365
20.3.3	Snižování expozice vláknitého prachu	1366
20.4	Těžké kovy	1367
20.5	Radon a radioaktivní látky	1368
20.5.1	Ochrana proti gama záření ze stavebních materiálů	1370
20.5.2	Ochrana proti radonu ze stavebních materiálů	1370
20.5.3	Ochrana proti radonu z podloží	1370
20.6	Vliv vlhkosti stavebních konstrukcí na zdravotní závadnost staveb	1376
20.7	Biologie bytových objektů	1377
20.7.1	Technické příčiny výskytu plísní v budovách	1377
20.7.2	Zdroje zárodků mikroorganismů	1378
20.7.3	Klasifikace koncentrace zárodků mikrobů v ovzduší bytů	1380
20.7.4	Mikromycety	1380
20.7.5	Synantropní členovci	1382
20.7.6	Odstraňování biologického napadení stavebních objektů	1385

21. Navrhování rekonstrukcí z hlediska požadavků na požární bezpečnost 1389

21.1	Historický vývoj předpisů a požadavků na požární bezpečnost	1393
21.2	Vliv zvýšené teploty při požáru na dřevěné konstrukce	1394
21.2.1	Dřevěné konstrukce	1394
21.2.2	Dřevěné kompletační konstrukce při požáru	1395
21.2.3	Ochrana dřeva proti ohni	1396
21.3	Vliv zvýšené teploty při požáru na konstrukce z cihelného a kamenného zdiva	1402
21.3.1	Vliv vyšších teplot na mechanické vlastnosti zdiva	1402
21.3.2	Vliv vyšších teplot na fyzikální vlastnosti zdiva	1403
21.4	Vliv zvýšené teploty při požáru na konstrukce z nevyztuženého betonu	1405
21.4.1	Vliv vyšších teplot na mechanické vlastnosti nevyztuženého betonu	1405
21.4.2	Vliv vyšších teplot na fyzikální vlastnosti nevyztuženého betonu	1406
21.4.3	Konstrukce ze železobetonu	1407
21.4.4	Rozdělení teploty v železobetonových konstrukcích a jejich požární odolnost	1407
21.5	Vliv zvýšené teploty při požáru na konstrukce z předpjatého betonu	1410
21.5.1	Vliv vyšších teplot na mechanické vlastnosti konstrukcí z předpjatého betonu	1410
21.5.2	Srovnání předpjatého a železového betonu	1410
21.6	Vliv zvýšené teploty při požáru na kovové konstrukce	1412
21.6.1	Kovové konstrukce	1412
21.6.2	Vliv vyšších teplot na mechanické a tepelně-technické vlastnosti oceli	1413
21.6.3	Požární odolnost nechráněných ocelových konstrukcí	1414
21.6.4	Ochrana kovových konstrukcí proti ohni	1415
21.7	Kompletační konstrukce při požáru	1420
21.8	Požární uzávěry	1421
21.9	Výrobky ze skla	1422
21.10	Požárně bezpečnostní zařízení v rekonstruovaných objektech	1424
21.11	Elektrická požární signalizace (EPS)	1425
21.11.1	Samočinné stabilní hasicí zařízení (SSHZ)	1425
21.11.2	Zařízení pro odvod kouře a tepla při požáru	1426
21.12	Požárně bezpečnostní řešení rekonstruovaných objektů z hlediska legislativy	1428
21.12.1	Základní pojmy uplatňované v požárně bezpečnostním řešení rekonstruovaných objektů	1428
21.12.2	Zařazení rekonstruovaných objektů do skupin	1429
21.13	Technické požadavky na změny jednotlivých skupin	1430
21.13.1	Technické požadavky na změny staveb skupiny I	1430
21.13.2	Technické požadavky na změny staveb památkově chráněných	1431
21.13.3	Technické požadavky na změny staveb skupiny II a III	1432

22. Průzkum, diagnostika, monitorování a hodnocení staveb	1433
22.1 Průzkumy staveb	1437
22.1.1 Stavebně-historický průzkum staveb	1438
22.1.2 Stavebně-technický průzkum budov	1440
22.1.3 Průzkum vlhkosti objektu	1443
22.1.4 Průzkum z hlediska tepelné techniky, akustiky a osvětlení	1446
22.1.5 Průzkum objektů z hlediska radonu a záření gama ze stavebních materiálů	1447
22.1.5.1 Způsobilost k měřicí činnosti	1447
22.1.5.2 Měření koncentrace radonu v ovzduší staveb	1448
22.1.5.3 Měření potřebná pro návrh ochrany staveb proti radonu	1449
22.1.5.4 Měření potřebná pro návrh ochrany stávajících staveb proti radonu	1450
22.1.6 Průzkum základových konstrukcí	1451
22.1.7 Průzkum zděných konstrukcí	1453
22.1.7.1 Stanovení pevnosti v tlaku zděných prvků stávající zděné konstrukce	1454
22.1.8 Průzkum betonových konstrukcí	1458
22.1.9 Průzkum ocelových konstrukcí	1461
22.1.10 Průzkum dřevěných konstrukcí	1464
22.1.11 Dokumentace výsledků stavebně-technického průzkumu	1467
22.2 Technická měření a diagnostické metody	1470
22.2.1 Úvod do stavebního zkušebnictví	1470
22.2.2 Metody a přístroje pro předběžný průzkum budov	1472
22.2.3 Metody a přístroje pro podrobný průzkum	1478
22.3 Monitorování staveb	1487
22.4 Hodnocení staveb	1489
Bibliografie	1491
Rejstřík	1523

1.1 Trvanlivost a životnost staveb

Zajištění trvanlivosti staveb, zvláště pak ochrana historicky cenných stavebních památek, vyžaduje komplexní výzkum ochranných a konzervačních technologií a materiálů proti účinkům degradačních a korozivních procesů, výzkum vzájemné interakce těchto prostředků s materiály, na které mají být aplikovány, analýzu jejich zdravotní nezávadnosti a další.

Trvanlivost označuje vlastnost stavby nebo její části odolávat fyzickému stárnutí, „opotřebení“ účinkem znehodnocujících – degradačních – procesů, které mohou být způsobeny interakcí stavby nebo jejích částí s vnějším prostředím, interakcí jednotlivých fází, materiálů a částí stavby, materiálovou (např. mineralogickou nebo chemickou), nestálostí hmot a výrobků, z nichž je stavba postavena, popř. jinými účinky a procesy (např. reologické účinky), při nichž dochází ke změně parametrů popisujících význačné vlastnosti stavby nebo její části. Trvanlivost je rozhodující vlastností, na níž je závislá fyzická životnost stavby.

Životnost stavby nebo její části označuje zpravidla celkovou dobu, po kterou stavba (budova) plní svoji funkci a účel, pro který byla určena, aniž dochází k neekonomickému nárůstu nákladů na její provoz, dobu, kdy má požadované (projektované) funkční vlastnosti, dobu, během níž celkové náklady na opravy a údržbu nepřevyšují zůstatkovou hodnotu stavby (obr. 1.1). Při hodnocení zůstatkové životnosti stavby se zvláště posuzuje fyzická (technická) a morální (ekonomická a funkční) životnost.

Fyzickou (technickou) životnost, resp. fyzické opotřebení lze definovat jako fyzický stav stavby nebo její části, při kterém dochází ke ztrátě schopnosti stavební konstrukce plnit funkční požadavky v důsledku ztráty projektovaných, zejména fyzikálně mechanických vlastností, mechanického narušení, fyzického opotřebení, nadměrného trvalého přetvoření a deformací, popř. v důsledku změny technických a normových požadavků. Ztrátu fyzické životnosti, pokles užitné hodnoty a rozsah opotřebení lze snižovat pravidelnými cykly oprav a průběžnou údržbou.

Morální (ekonomickou) životnost lze definovat jako dobu (stáří stavby), během které nedochází ke ztrátě schopnosti stavby nebo její části plnit v požadované úrovni a kvalitě funkční požadavky z hlediska hygienických předpisů, požadavků na kvalitu vnitřního prostředí a požadavků provozně dispozičních a prostorových. Morální opotřebení stavby je nejčastěji způsobeno proměnou životního stylu a způsobu života společnosti, růstem životní úrovně, technickým pokrokem, novými provozně technickými požadavky apod. (standard technického vybavení, nová zařízení a systémy).

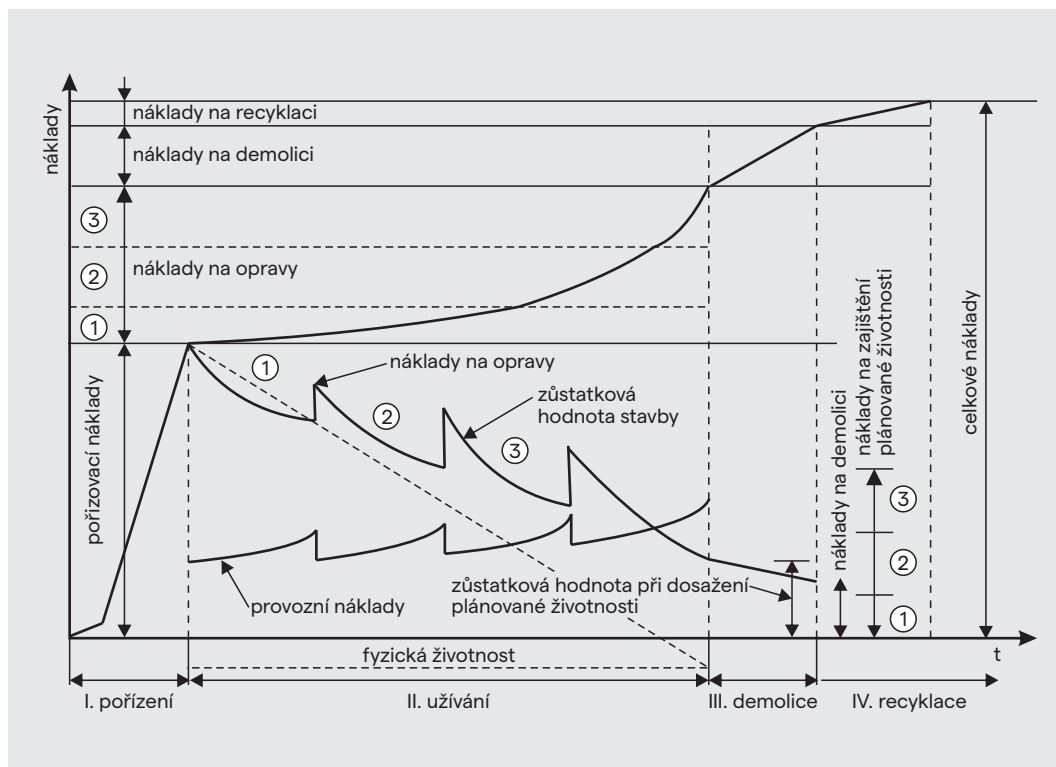
Optimální ekonomická životnost stavby je doba užívání stavby, během které stavba hospodárně plní funkci, pro kterou byla určena, kdy má projektované (požadované) funkční vlastnosti, dobu, během níž si zachovává svoji užitnou hodnotu, dobu, během níž náklady na údržbu nebo opravy nepřevyšují hodnotu stavby a náklady na provoz nepřekračují stanovené parametry a jsou srovnatelně hospodárné.

Při projektování stavby jsou uvažovány obecné informativní **doby návrhové životnosti** jednotlivých částí – nosné konstrukce, kompletačních konstrukcí a technických zařízení – které jsou v našich podmínkách považovány za hospodárné. Návrhovou životností rozumíme předpokládanou dobu, po kterou má být stavba, zejména její nosné konstrukce, používána pro stanovený účel při běžné údržbě, avšak bez nutnosti zásadnější opravy (tab. 1.1).

Hospodárnost provozu stavby je nutné zvažovat již při zpracování záměru a projektu stavby. Náklady na výměnu prvků, dílů a částí stavby (mohou být řešeny jako kompletované výrobky) jsou závislé mimo jiné na jejich přístupnosti ve stavbě. Výrobky s krátkou životností (cca 10 let) mají být snadno přístupné k opravě a demontáži. Nezbytné zabudování do stavby lze připustit u výrobků s předpokládanou životností vyšší než 25 let.

Spolehlivost lze definovat jako schopnost konstrukce nebo její části, např. nosného prvku, plnit v požadovaném rozsahu a s odpovídající pravděpodobností stanovené požadavky v průběhu návrhové životnosti. Obvykle se vyjadřuje prostřednictvím pravděpodobnostních

1. Obnova a rekonstrukce stavebního fondu, trvanlivost a životnost staveb



Obr. 1.1 Schéma investičního cyklu



Obr. 1.2 Neudržované památkové objekty před rekonstrukcí; a) zámek Trpísty (1729, architekt Jakub Auguston), b) kostel sv. Vavřince – Slavice (2. polovina 18. století, stavitel J. J. Lutz), c) jezuitská rezidence v Luži (1678–1683)

ukazatelů. Spolehlivost zahrnuje bezpečnost, použitelnost a trvanlivost konstrukce, popř. stavby (ČSN EN 1990).

Údržba funkčních stavebních fondů vyrovnává nestejný průběh procesu stárnutí jednotlivých prvků stavby s rozdílnou fyzickou životností. Provedení pravidelné údržby je nedílnou součástí opatření pro dosažení plánované životnosti stavby. Údržba stavbu nezhodnocuje, pouze ji udržuje na úrovni, která byla projektem vymezena, nemění původní funkční, technické a estetické vlastnosti stavby ani kvalitu funkčních a uživatelských parametrů. Z ekonomického hlediska jde o dodatečné (druhotné) vynakládání prostředků na odstranění důsledků způsobených opotřebením v průběhu užívání stavby a postupným stárnutím. Zanedbání údržby snižuje uživatelskou hodnotu stavby a zkracuje její optimální ekonomickou životnost (v čase dochází postupně k zintenzivnění degračních a korozivních procesů, obr. 1.2). Péče o existující stavební fond údržbou a opravami má stejný význam a důležitost jako realizace nových staveb (obr. 1.3).

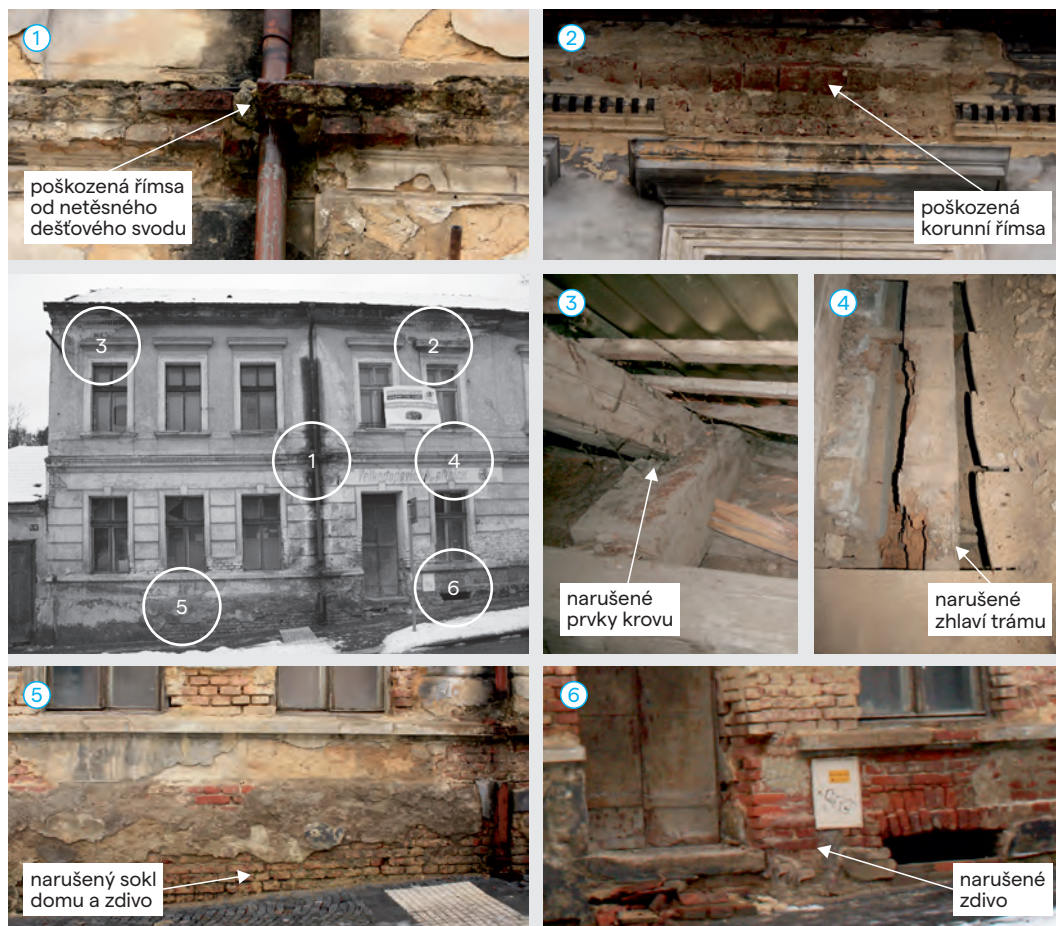


Obr. 1.3 Příklady významných budov před a po rekonstrukci; a) dům U Ježíška, Malá Strana – foto před rekonstrukcí – zdroj Klub Za Starou Prahu (první zmínka 1548, barokně upraven koncem 17. století, rekonstrukce 1988), b) klášter premonstrátů v Teplé u Mariánských Lázní (založen 1193, barokní přestavba 1688, rekonstrukce 2015)

Prevenčí nepřiměřených nákladů, především na provoz stavby, jsou účinná opatření v rámci zaváděných systémů řízení jakosti projekčních a zhotovitelských firem, jejichž cílem je vyloučit vady způsobené hrubými chybami a zajistit návrhem předpokládané vlastnosti stavby. Doporučením ČSN EN 1990, čl. 2.5 pro management jakosti je rozšíření kontrol pro všechna stadia navrhování, provádění, provozu a údržby. Rozsah a hloubku kontrol lze pro jednotlivé typy konstrukcí odvodit od následků poruchy nebo funkční nezpůsobilosti konstrukce, jak jsou uvedeny v informativní příloze B ČSN EN 1990, čl. B.3.1.1 (tab. 1.2).

***Poznámka 1.1:** V roce 1922 byla založena celostátní nezisková společnost pro všeobecnou normalizaci ČSN. Společnost tvořily výrobní podniky, profesní svazy, komerční organizace apod., její členové platili členské příspěvky a podle svého zájmu a na své náklady se podíleli na činnosti společnosti. Odborníci z průmyslových podniků, výzkumných ústavů, vysokých škol apod. vypracovávali návrhy jednotlivých technických norem. První československá technická norma byla vydána v roce 1924 (ČSN 1001:1924 Technická norma závitů). Československé normy nebyly závazné, přesto však byly odborníky respektovány vzhledem k vysoké úrovni technických řešení a normalizačnímu zpracování. Z norem vycházely předpisy profesních svazů, podklady pro soutěže o veřejné zakázky a významně se uplatňovaly také v pojišťovnictví. Československá normalizační společnost byla jedním z iniciátorů ustavení mezinárodní normalizační společnosti, která byla pod názvem Mezinárodní federace normalizačních organizací – ISA, založena v Praze v roce 1928.*

Pro zajištění dlouhodobé funkčnosti a trvanlivosti je nutné věnovat mimořádnou pozornost ochraně staveb před tzv. nesilovými účinky a vlivy, k nimž patří především cyklické účinky teploty a vlhkosti. Ochrana staveb před účinky zvýšené vlhkosti je základní prevencí předčasného poškození staveb a jejich částí. Všestranný účinek vlhkosti a jednotlivých procesů způsobených zvýšenou vlhkostí jsou nejčastějšími příčinami poruch staveb a ztráty funkčnosti částí vystavených těmto účinkům – narušování a rozpad zdiva, dřevokazné procesy, narušování a koroze betonových konstrukcí apod. (obr. 1.4).



Obr. 1.4 Degradace a rozpad částí objektu vystavených dlouhodobému účinku zvýšené vlhkosti

Morální a fyzická životnost mohou být významným způsobem ovlivněny vadami projektu, materiálů a nekvalitním provedením. Lze předpokládat postupný přechod na používání materiálů (popř. výrobků) s řízenými vlastnostmi a s řízenou životností a jejich uplatnění v budovách s optimalizovanou životností. Otázkou **optimální životnosti** bude nutné se zabývat v souvislosti s celkovým hodnocením vlivu staveb – jejich výstavby, provozu, obnovy a rekonstrukce – na životní prostředí, s požadavkem na trvale snižování energetické náročnosti staveb ve fázi realizace a provozu a v neposlední řadě ve vztahu k trvale udržitelnému rozvoji. Významnou otázkou je recyklace a znovunavrácení materiálů a surovin z demolice stavby do výrobního cyklu.

Do skupiny s ryze kategorickými požadavky ekonomického charakteru nepatří objekty, soubory objektů městských a sídelních celků, které představují významné kulturní, architektonické, urbanistické a umělecké hodnoty, jako jsou památkově chráněné stavby a soubory, městské a vesnické památkové rezervace apod.

Stanovení životnosti budov, jejich jednotlivých dílčích subsystémů a částí je jedním ze základních předpokladů ekonomického návrhu a zajištění požadované funkce stavby v určitém časovém úseku – v době její životnosti. V případě rekonstruovaných nebo modernizovaných staveb je třeba stanovit **reziduální (zůstatkovou) životnost objektu**. Nedílnou součástí navrhování obnovy staveb, rekonstrukcí a modernizací je kritérium předpokládané (požadované) trvanlivosti, spolehlivosti a životnosti. Z tohoto hlediska jsou kladeny odpovídající požadavky na řešení obnovy a rekonstrukce staveb. V případě památkově chráněných staveb, jejichž životnost nelze časově omezit, je zpravidla důraz kladen mj. na trvanlivost a spolehlivost rekonstrukčních zásahů.

Řešení uvedených požadavků musí vycházet z poznání degradačních procesů. Hlavními příčinami degradačních procesů, které obecně vedou ke zhoršení požadovaných vlastností hmot a konstrukcí, jsou na jedné straně specifické vlastnosti stavebních hmot (jejich složení, struktura apod.) a na druhé straně v čase proměnné účinky vnějšího prostředí, jimž jsou stavby a jejich části vystaveny. Tyto parametry spolu s materiálovými parametry vytvářejí ve

svém souhrnu podmínky, které zahajují, popř. urychlují **mechanické, mineralogické, fyzikální, chemické a biologické degradační procesy**.

Základem prevence před výskytem poruch staveb, postupné degradace stavebních hmot a konstrukcí, které snižují kvalitu a trvanlivost staveb, je jejich účinná ochrana před klimatickými vlivy a v neposlední řadě pravidelná údržba a obnova. Tato preventivní ochrana spočívá v řadě opatření přímých (snížení intenzity těchto účinků ochranou staveb) a nepřímých (optimalizace vlastností, struktury a řešení stavebních hmot a konstrukcí jejich návrhem).

Zachování kulturně a historicky významných staveb vyžaduje, vedle pravidelné údržby a provádění oprav, jejich dlouhodobé a průběžné monitorování, sledování a vyhodnocování chování a změn stavebních konstrukcí a materiálů, z nichž byly postaveny, vznik poruch a narušování včetně určení hlavních příčin těchto narušujících procesů.

V oblasti modernizace a rekonstrukce stávajícího bytového fondu realizovaného jednak v tradiční zděné, a jednak v panelové technologii je nutné orientovat výzkum na řadu nových materiálů, výrobků a technologií umožňujících dosáhnout snížení nákladů a pracnosti dosud vynakládaných na obnovu těchto staveb. Za perspektivní lze z hlediska těchto požadavků považovat technologie umožňující provádění rekonstrukcí a modernizace budov za provozu.

Stávající stavební fond užitných staveb bytových a občanských, včetně historických a památkově chráněných staveb realizovaných v období od 11. století do současnosti převážně tradičními postupy a materiály, jako jsou zděné, popř. dřevěné a materiálově kombinované konstrukce a stavby, vyžaduje mimořádný objem prostředků potřebných zejména pro zachování historických a památkově významných staveb a pro udržení jejich funkční způsobilosti. Nedílnou součástí těchto prostředků jsou i prostředky pro pravidelnou údržbu a opravy.

Přirozené procesy, které lze označit jako stárnutí staveb, způsobené především účinky a vlivy vnějšího prostředí, jsou provázeny degradačními procesy, při nichž dochází k postupné ztrátě fyzikálně mechanických vlastností materiálů a konstrukcí a jejich schopnosti plnit požadovanou funkci. Následkem těchto procesů jsou poruchy staveb, které dále urychlují postupné narušování stavby působením vnějších účinků a vlivů. Prevencí před narušováním staveb a jejich částí degradačními procesy, které v souhrnu způsobují stárnutí staveb, je včasná sanace a pravidelná údržba staveb.

Značný objem zejména památkově chráněných staveb vyžaduje mimořádnou péči založenou na dokonalém **zvládnutí původních historických technologických postupů a materiálů**, které je základním předpokladem pro zachování autenticity a památkové hodnoty rekonstruovaných (obnovovaných) historických a památkově chráněných staveb. Jejich nedílnou součástí je i vysoká úroveň znalostí chování a odezvy stavebních materiálů a konstrukcí na vnější účinky a vlivy a procesů vzájemné interakce, k níž dochází v rámci jednotlivých částí a materiálů stavby.

Velký objem především zděných bytových (nájemních) domů postavených v 2. polovině 19. a 1. polovině 20. století vykazuje z hlediska současných požadavků závažné **projektové vady**. Jedná se zejména o řadu významných stavebně-technických vlastností – tepelně-technické vlastnosti obvodových konstrukcí, energetická náročnost, zdravotní nezávadnost, akustická pohoda, denní osvětlení a další. Závažný objem představují také statické poruchy, často nevyhovující dispoziční a funkční řešení, nedostatečná ochrana těchto staveb před zemní vlhkostí a srážkovou vodou, narušené a dožilé povrchové úpravy, výplně otvorů a v neposlední řadě nevyhovující technické vybavení, zařízení a rozvody.

Postupné odstranění těchto vad, nedostatků a poruch vyžaduje vynaložení značného objemu veřejných i soukromých finančních prostředků, které odčerpávají významnou část prostředků získaných z pokročilých technologií.

Závažnou skutečností v této souvislosti je i stále velmi nízká produktivita a efektivnost stavebních činností prováděných v rámci obnovy a rekonstrukce stávajícího stavebního fondu v porovnání s pokročilými technologickými procesy např. v elektronickém a strojírenském průmyslu a ostatních průmyslových odvětvích. Souhrn těchto skutečností vyvolává potřebu zvýšené pozornosti uplatnění efektivních technologických postupů, zajištění vysoké spolehlivosti a trvanlivosti obnovy a rekonstrukce stávajícího fondu zejména bytových staveb, včetně potřeby kvalitního výzkumu a urychleného uplatňování jeho výsledků.