SBi 2012:05

Levetider for bygningsdele omfattet af ejerskifteforsikring og huseftersynsordningen

Statens Byggeforskningsinstitut
AALBORG UNIVERSITET

Levetider for bygningsdele omfattet af ejerskifteforsikring og huseftersynsordningen

Niels-Jørgen Aagaard
Eva B. Møller
Ernst Jan de Place Hansen

SBi 2012:05
Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet · 2012

Titel	Levetider for bygningsdele omfattet af ejerskifteforsikring og huseftersynsordningen
Serietitel	SBi 2012:05
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2012
Forfattere	Niels-Jørgen Aagaard, Eva B. Møller, Ernst Jan de Place Hansen
Sprog	Dansk
Sidetal	24
Litteratur-henvisninger	Side 22
Emneord	Bygningsdele, levetider, ejerskifteforsikring, huseftersynsordning
ISBN	978-87-92739-02-5
Omslag	Foto: Niels-Jørgen Aagaard
Udgiver	Statens Byggeforskningsinstitut, Dr. Neergaards Vej 15, DK-2970 Hørsholm E-post sbi@sbi.dk www.sbi.dk

Der gøres opmærksom på, at den publikation er omfattet af ophavsretsloven.

Indhold

Forord 4
1. Indledning 5
Formål 5
Baggrund 5
Omfang 5
Grundlag 6
Forskningsbaseret viden om levetider 6
2. Levetid for bygningsdele 8
Generelt om levetid 8
Erfaringsbaseret viden om levetider 8
Vurdering af restlevetid 9
Levetidsmodellering 9
Levetidsfaktorer 10
Levetid for velholdte bygningsdele 12
3. Vurdering af levetider 14
Grundlag for vurderinger 14
Kvalitet af de vurderede bygningsdele 14
Vurdering af middellevetider for velholdte bygningsdele 15
Vurdering af spredning på middellevetid af velholdte bygningsdele 15
Vurdering af middellevetider for alle bygningsdele 15
4. Levetidstabeller for udvalgte bygningsdele 17
5. Referencer 22
6. Udvikling af levetidstabeller 24

Forord

Denne rapport er udarbejdet for Erhvervs- og Byggestyrelsen i 2011, som et led i revision af huseftersynsordningen i Danmark.

Rapporten er baseret på offentlig tilgængelig viden samt forfatternes erfaring på tidspunktet for dens udarbejdelse. Forudsætninger og vurderingsmetoder fremgår i øvrigt af rapporten.

Rapportens forfattere er blevet støttet af seniorforsker Erik Brandt, seniorforsker Niels Haldor Bertelsen samt seniorforsker Kim Haugbølle.

Der er gennemført utallige telefoninterview med personer kyndige med bygningsdeles holdbarhed og levetid inden for særskilte fagområder i forbindelse med vurdering af de anførte levetider.

Seniorkonsulent Leon Steen Buhl, Teknologisk Institut, har bidraget med værdifuld viden om installationers holdbarhed.

Alle de anførte levetider er SBi's vurderinger, og ingen andre står til ansvar herfor.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet
Byggeri og sundhed
Juni 2012

Niels- Jørgen Aagaard
Forskningschef

1. Indledning

Formål

Formålet med dette notat er at vurdere levetid for velholdte bygningsdele omfattet af ejerskifteforsikringer for boliger. Vurderingen er uvildig og gennemført på et overordnet og fagligt grundlag. De skønnede levetider anvendes ved fastlæggelse af erstatninger ved skader. Erstatning fastlægges på basis af afskrivningstabeller fælles for alle ejerskifteforsikringer.

Endvidere indeholder notatet en uvildig fagligt baseret vurdering af gennemsnitlige levetider for tagbelægninger og undertage, til brug for bygningssagkyndiges angivelse af tagets restlevetid i tilstandsrapporter. Tilstandsrapporter udarbejdes på basis af eftersyn i forbindelse med hushandler underlagt den danske Huseftersynsordning[1].

Baggrund

Justitsministeren fremsatte den 2. december 2010 forslag til revision af huseftersynsordningen m.v. (L 89). Lovforslaget bygger på betænkning nr. 1520/2010 om huseftersynsordningen. I lovforslaget lægges der bl.a. op til, at:

– der indføres bindende afskrivningstabeller for udvalgte bygningsdele, hvor ejeren kun undtagelsesvist stilles ringere end i dag.
– tilstandsrapporten skal indeholde oplysninger om restlevetiden på bygningens tag.

Levetidstabeller til brug for afskrivning skal derfor ikke nødvendigvis tage udgangspunkt i en ren gennemsnitsbetragtning med hensyn til levetid, men derimod i et forsigtigt skøn for den forventede levetid for vel vedligeholdte bygningsdele.

Levetidstabeller til brug for oplysning i tilstandsrapport om forventet restlevetid skal derimod baseres på et forsigtigt skøn over den gennemsnitlige levetid for bygningsdelene.

Lovforslaget er vedtaget i Folketinget som lov nr. 609 af 14. juni 2011.

På baggrund heraf beskriver dette notat hvorledes levetider kan defineres og vurderes til de nævnte formål. Beskrivelse og metode er kun tænkt til den her beskrevne anvendelse, og kan således ikke ukritisk anvendes i andre sammenhænge.

Notatet er udarbejdet med baggrund i SBi's forskning i estimering af bygningsdeles levetid; se blandt andet (SBi, 2011b) og (Hansen, 2003).

Omfang

Levetidsvurderingerne omfatter de almindeligst forekommende bygningsdele i boligers klimaskærm samt enkelte andre faste indre bygningsdele i boliger. Der anvendes følgende grupper af bygningsdele:

– tagbelægninger og undertage
– vinduer og udvendige døre

[1] http://www.huseftersyninfo.dk/

– facader og udvendigt træværk (bortset fra trækonstruktioner i kontakt med jord)
– trægulve og gulvbelægninger af tæpper og vinyl
– vvs-installationer til opvarmning, brugsvand og vandafledning

Boliger omfatter villaer, rækkehuse, ejerlejligheder og sommerhuse.

Bygningsdele omfatter byggematerialer, byggevarer og byggesystemer som samlet er indbygget i bygningen for at opfylde en given funktion, fx udgøres bygningsdelen 'tagbelægning, tegl' af byggematerialerne tagsten, fuger, fastgørelsesmidler og evt. forskalling.

Grundlag

Grundlaget for vurderingen er kommissorium for referencegruppe om afskrivningstabeller og levetidstabeller for tage under Erhvervs- og Byggestyrelsen (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2011) samt Justitsministeriets betænkning 1520 om huseftersynsordningen (Justitsministeriet, 2010).

Vurderingerne er blandt andet baseret på levetider for danske bygninger fra følgende kilder:

– Levetider.dk, (GI, 2011)
– V&S prisbog, (Byggecentrum, 2011)
– Forsikring og Pension, (Forsikring og Pension, 2011)
– Byggeriets udviklingsråd, (BUR, 1985).

Disse datakilder er formentlig ikke uafhængige af hinanden, da det må formodes at de ældste kilder i nogen grad har dannet grundlag for de senere.

Levetider.dk er udarbejdet af et ekspertpanel baseret på erfaringer fra praksis til støtte for bygherres valg af bygningsmaterialer og -dele.

Levetider i V&S Prisbog er baseret på tekniske og økonomiske informationer som det uvildige firma V&S Byggedata A/S har indsamlet. Hvorledes informationerne er indsamlet fremgår ikke af kilden. Værktøjet er almindeligt anerkendt og brugt i byggebranchen og bruges fx til udarbejdelse af drift- og vedligeholdsplaner.

Levetider opgivet af Forsikring og Pension er ifølge det oplyste baseret på erfaringer fra forsikringsselskabernes bygningssagkyndige i forbindelse med erstatning for skadede bygningsdele samt levetidstabeller fra Forsikring og Pension selv fra 2001.

Levetider i BUR rapporten er udarbejdet til brug for totaløkonomiske beregninger, og opererer med en levetid begrænset til højest 60 år.

Forskningsbaseret viden om levetider

SBi er ikke bekendt med forskningsbaserede data eller systematisk erfaringsopsamling om konkrete bygningsdeles levetider i Danmark. Opgivelse af levetider i forskellige sammenhænge – herunder de ovenfor anførte kilder – beror derfor i vid udstrækning på erfaringer og ekspertskøn, og er kun undtagelsesvis underbygget af statistisk viden om bygningsdeles faktiske levetid.

Nye byggematerialer eller nye udførelsesmetoder kan ændre levetiden af en bygningsdel betydeligt set i forhold til tidligere byggeri, ligesom ny anvendelse eller ændringer i omgivelser eller påvirkninger kan ændre levetiden for allerede eksisterende bygningsdele. Klimaforandringer vil spille en rolle for le-

vetiden af allerede eksisterende bygningsdele. Denne dynamik, der primært hidrører fra innovation og udvikling i byggeriet, bidrager til en stor spredning på bygningsdeles levetider, og tilsidesætter i nogen grad allerede opbygget erfaring.

Internationalt arbejdes der forskningsmæssigt med bygningsdeles levetider; blandt andet i

- Norge SINTEF Byggforsk,
- England Building Research Establishment Group (bre)
- Frankrig Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)
- Canada National Research Council (NRC)
- USA National Institute of Standards and Technology (Nist)

Udenlandske forskningsresultater og erfaringer med konkrete bygningsdeles levetid er imidlertid vanskelige at overføre til danske forhold; blandt andet afviger klima, byggeskik og byggematerialer betydeligt mellem selv nærtliggende lande. Viden om udenlandske bygningsdele levetid vil derfor kræve en betydelig transformation og udbygning, for at kunne anvendes under danske forhold.

Den internationale forskning har bl.a. ført til udvikling og anvendelse af strukturerede metoder til at inddrage forskellige forhold af betydning for levetiden; se kapitel 2. Der findes således en ISO standard om bygningsdele levetider: ISO 15686: *Buildings and constructed assets - Service life planning*; (ISO, 2011). Denne er opdelt i flere dele, der er udkommet på forskellige tidspunkter og løbende revideres. Der findes ikke tilsvarende europæiske eller danske standarder, og en dansk metode til systematisk vurdering af levetider, kan derfor med fordel bygge på den internationale standard. I dette notat er der hentet principper, strukturer og inspiration fra disse arbejder, især (ISO, 2008).

2. Levetid for bygningsdele

Generelt om levetid

Der skelnes ofte mellem teknisk, funktionel, økonomisk og æstetisk levetid. Bygningsdele udskiftes

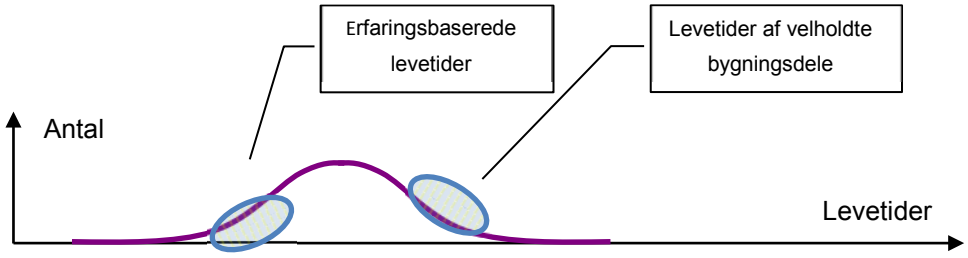
- fordi modstandsevnen overfor aktuelle påvirkninger ikke længere er tilstrækkelig til at opfylde den oprindelige funktion (teknisk levetid).
- fordi funktionen ikke længere er tidssvarende (funktionel levetid)
- fordi vedligehold eller reparation bliver for dyrt (økonomisk levetid)
- eller på grund af forhold vedrørende mode og livsstil (æstetisk levetid)

I praksis vil levetiden ofte ophøre som en kombination af ovennævnte forhold.

Dette notat vedrører kun den tekniske levetid.

Erfaringsbaseret viden om levetider

Erfaringsbaseret viden om levetider vil i sagens natur fokusere på de involverede personers eller organisationers erfaring; skadessager, renovering, pludselige hændelser etc. Man vil være mest opmærksom på situationer, hvor levetiden bringes til ophør, og i mindre grad være opmærksom på de mange tilsvarende bygningsdele, som i al ubemærkethed lever videre. Erfaring med ophør af bygningsdeles levetid vil være konservative og i den lave ende, som vist ved skravering i figur 1. Vurdering af restlevetider for bygningsdele, der fortsat er i brug, er – som udtrykket antyder – netop ikke erfaringer, men vurderinger.



Figur 1. Erfaringsbaserede levetider, vurderet ud fra skadessager, sammenholdt med levetider af velholdte eksemplarer af en bygningsdel. Figuren er principiel, hvor langt til højre de velholdte bygningsdele skal placeres, afhænger af, hvor stor betydning vedligeholdet har for bygningsdelens levetid.

Erfaringsbaserede levetider vil blandt andet omfatte skadede bygningsdele og bygningsdele med fejl, som opdages i den første tid efter opførelsen. I princippet bør levetidsvurderinger ikke omfatte sådanne fejlbehæftede bygningsdele, eftersom disse er et udtryk for fejl i produktion eller udførelse, og udbedring af sådanne fejl kan derfor opfattes som den sidste kvalitetskontrol af det afleverede. Tilsvarende bør længere perioders produktion af bygningsdele, hvor de indgående materialers kvalitet egentlig ikke er egnet til formålet, eller hvor der har været systematiske produktionsfejl, også udskilles; fx anvendelse af for ringe trækvalitet til vinduer, de første års produktion af tageternitplader uden asbest eller gule tagsten af tegl fra før ca. 1990.

Man bør derfor korrigere levetidsvurderingerne på en måde, der tager højde for disse effekter. Da levetidens fordeling i figur 1 eller fejlproduktioners andele ikke er kendt, beror korrektionen på et skøn.

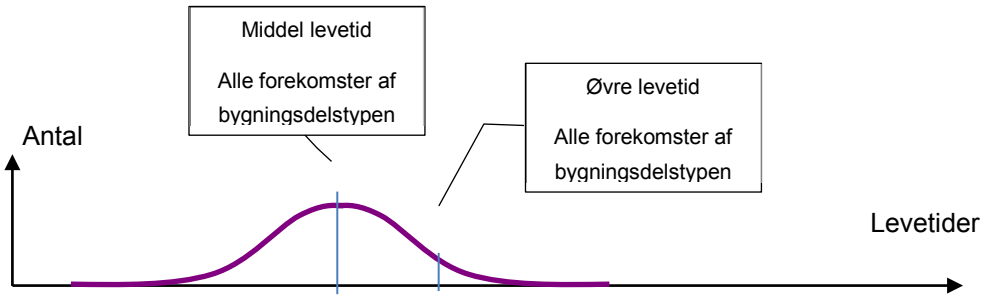
Vurdering af restlevetid

En bygningsdels levetid bedømmes bedst ved på et givent tidspunkt at vurdere restlevetiden på basis af hidtidig performance, og dertil lægge den allerede opnåede alder. Der er megen information at hente i at vurdere om den aktuelle tilstand svarer til det, man må forvente for den pågældende bygningsdel.

Levetidsmodellering

I (Hansen, 2003) er beskrevet en række deterministiske og statistiske metoder til levetidsmodellering. Ved deterministiske metoder forstås metoder, som giver et fast tal for levetiden; fx som i de tidligere nævnte (GI, 2011) og (Forsikring og Pension, 2011). Deterministiske metoder kan suppleres med modellering af nedbrydningsmekanismer; fx galvanisk korrosion eller oxidering af metaller.

Levetiden for en bygningsdel afhænger i praksis af så mange faktorer, at en fast værdi for levetiden vil være en meget dårlig beskrivelse af virkeligheden, medens udnyttelsen af statistiske begreber som fordeling, middelværdi og spredning, såkaldte statistiske metoder, giver mulighed for en mere realistisk beskrivelse af en given bygningsdelstypes levetid, fx tagbelægning af tegl, se figur 2.



Figur 2. Levetid beskrevet som en normalfordeling, med angivelse af middelværdi og spredning, udtrykt ved en øvre levetid.

Fordelingen kan være forskellig alt efter bygningsdelens modstandsevne og påvirkninger. For mange bygningsdele vil levetidsfordelingen formentlig ikke være symmetrisk, som antydet på figur 2, men vil variere i form afhængig af materialer og nedbrydningsmekanismer; den kan være skæv eller have en pukkel umiddelbart efter udførelse på grund af fejl i materialer eller udførelse. Som tidligere omtalt bør fejl i materialer og udførelse sorteres fra ved vurdering af levetiden.

I praksis beskrives levetidsfordelingen ofte ved at betragte en øvre værdi; fx 90%-fraktilen under hvilken 90% af alle levetider for den betragtede bygningsdel befinder sig. I det følgende kaldes denne levetid for 'Øvre levetid, Alle bygningsdele'.

Levetidsfaktorer

For en given bygningsdelstype vil den tekniske levetid almindeligvis variere som følge af forskelle i en række faktorer (ISO, 2008):

A. Materialekvalitet
B. Udformning og design
C. Udførelse
D. Påvirkninger indendørs
E. Påvirkninger udendørs
F. Brugsforhold
G. Vedligehold

I henhold til (ISO, 2008) beregnes levetiden for en konkret bygningsdel på følgende vis:

$$ESL = RSL \times A \times B \times C \times D \times E \times F \times G$$

hvor ESL udtrykker estimeret levetid for bygningsdelen, RSL angiver referencelevetid (middel) og faktorerne A-G tager hensyn til ovenstående faktorer.

Når det erfaringsmæssigt er overordentlig vanskeligt at fastsætte levetider for bygningsdele, er det fordi levetiden vil afhænge af så mange af de nævnte forhold, at spredningen på levetiden vil være meget stor, med mindre omstændighederne kan fastlægges meget nøje. I praksis vil det sige, at fx levetiden for et vindue må angives for en lang række specielle tilfælde eller angives som et meget bredt interval. Fx vil et vindue af god materialekvalitet (A), hensigtsmæssigt udformet (B), leveret af en producent med god kvalitetskontrol (C), monteret af en dygtig håndværker (C) i et hus beskyttet mod vejrlig i et forstadskvarter i Øst-Danmark (D/E), som anvendes nænsomt (F) og løbende vedligeholdes efter forskrifterne (G), have en meget længere levetid end et vindue af dårlig materialekvalitet, leveret af en producent med ringe kvalitetskontrol, monteret af en ikke-erfaren håndværker, ubeskyttet mod vejrlig i et hus ved Jyllands vestkyst, som anvendes hårdhændet og ikke vedligeholdes efter forskrifterne. Levetidsforskellene kan ofte være betydelige, op til en faktor 20 er påvist, se fx (Hovde et al 2005) og (Listerud, 2011).

Hvor påvirkninger og brug beskriver det, som bygningsdelen bliver udsat for gennem sin levetid, beskriver de resterende levetidsfaktorer bygningsdelens ydeevne eller modstandskraft om man vil:

– *A. Materialekvalitet*:
  Sammensætningen og arten af de materialer som indgår i en bygningsdel, har en stor betydning for levetiden. Det kan fx være, hvor hårdt en tegltagsten er brændt, om der benyttes kernetræ eller splinttræ til vinduesrammer eller om mineralske facadeplader er med eller uden asbest. Denne type materialekvalitet har betydning for sårbarheden overfor påvirkninger, såvel brugsmæssige påvirkninger som påvirkninger fra det indre eller ydre miljø, fx styrke, slagfasthed, kemiske nedbrydningsmekanismer, tø/frost-passager eller fugtpåvirkninger.

– *B. Udformning/Design:*
  Bygningsdelens udformning har betydning for, hvor sårbar bygningsdelen er overfor påvirkningerne fra brugen. Kompleks udformning med mange og vanskelige detaljer, fx mange sammenskæringer, vil normalt medføre, at bygningsdelen er mere sårbar end hvis udformningen er enkel. I forbindelse med den komplekse udformning har projekteringens detaljering særlig betydning. Ligeledes vil såkaldt 'konstruktiv beskyttelse' mod vejrliget både af selve bygningsdelen og af andre bygningsdele kunne reduce-

re indflydelsen fra påvirkningerne og dermed medføre længere levetid. Fpr eksempel vil større fald på flade tage reducere den tid tagbelægningen er våd og et stort tagudhæng vil reducere påvirkningen af både UV-lys og nedbør på vinduer under udhænget. Omvendt kan bevoksning nær ved eller på en facade føre til hurtig nedbrydning af facaden, afhængig af planteart og facadematerialе, men kan også samtidig beskytte mod dele af vejrligets påvirkninger.

Sårbarheden kan dels skyldes, at et komplekst design er vanskeligere at udføre (mindre bygbart), dels at antallet af sårbare steder er større med mange gennemføringer, samlinger eller materialeskift.

Udformningens betydning for levetiden vedrører såvel udformningen af selve bygningsdelen - som sådan forstået som en systemleverance; fx et vindue, - og indbygningen af bygningsdelene i bygværket, fx placeringen af vinduet i klimaskærmen; tilbagetrukket eller langt ude i facaden.

– *C. Udførelse:*
Byggeriets udførelse har betydning for levetiden af bygningsdelene. God udførelse i henhold til gennemprøvede byggemetoder vil alt andet lige give en lang levetid. Nye udførelsesmetoder kan give længere levetid, men normalt øges sandsynligheden for lang levetid ved god udførelse og ved at anvende gennemprøvede byggemetoder. En dårlig udførelse kan medføre skader, fx i form af indtrængende vand i konstruktionen eller skader ved storme og snebelastninger. En dårlig udførelse kan fx skyldes ikke-gennemprøvede byggemetoder eller fejl under udførelsen.

– *D. Påvirkninger udendørs*:
Den udendørs påvirkning omfatter blandt andet mekaniske påvirkninger, vejrlig og forurening. For klimaskærmen vil de afgørende faktorer hidrøre fra vejrlig og omfatte fugt, vind og lys. Påvirkningen er afhængig af husets beliggenhed og orientering i forhold til omgivelserne. Her kunne der findes inspiration i de terrænkategorier, der benyttes ved fastsættelse af vindbelastninger i statiske beregninger (Dansk Standard, 2007), (Byg-Erfa, 2006) eller terrænparametre, der benyttes ved klassificering af undertage (DUKO, 2011).

Det vil næppe være nødvendigt at opdele landet i forskellige overordnede klimazoner, som det fx kendes fra Sverige (Boverket, 2011), Tyskland (DIN, 2006) eller USA (ICC, 2006). Derimod kan det være relevant at skelne mellem kystnære og kystfjerne zoner. I de kystnære zoner vil vejrlig og saltindhold i luften ofte påvirke levetiden af en given bygningsdel betydeligt.

– *E. Påvirkninger indendørs:*
Indendørs påvirkninger omfatter blandt andet kemiske, mekaniske og fugtmæssige påvirkninger. Afhængig af klimaskærmens opbygning vil især fugt have betydning. Boliger i fritliggende enfamiliehuse og i etageejendomme henregnes eksempelvis til to forskellige fugtbelastningsklasser, da beboelsestætheden forventes at være højere i etageejendomme end i enfamiliehuse (Brandt, 2009).

Ændringer i bygningen som følge af renovering eller regulering af indeklima, fx energirenovering eller etablering af nye ventilationsformer, kan ændre indendørs påvirkninger betydeligt, og fx medføre uhensigtsmæssige fugttilstande i klimaskærmen, med reduceret levetid for de berørte bygningsdele.

– *F. Brugsforhold*:
  Den måde en bygningsdel bruges på; fx er levetiden af en gulvbelægning afhængig af, hvor meget der gås på gulvet, og levetiden af et vindue er blandt andet afhængig af, hvor ofte det åbnes og lukkes. En utiltænkt eller uhensigtsmæssig brug vil ofte forkorte levetiden. Almindeligvis vil en sparsom brug medføre lang levetid og en hyppig brug føre til kortere levetid pga. slitage mm, men det kan også forekomme, at hyppig brug hindrer nedbrydningsmekanismer som fx korrosion eller fugtbetinget nedbrydning.

– *G. Vedligehold:*
  Vedligehold spiller for de fleste bygningsdele en rolle for, hvor sårbar bygningsdelen er overfor påvirkningerne. De fleste bygningsdele kræver et løbende vedligehold for fortsat at kunne modstå almindeligt forekommende påvirkninger og fastholde den tiltænkte funktion.

  En række bygningsdele kan ved et nøje planlagt og gennemført vedligehold holde næsten ubegrænset. Et eksempel: Et tegltag holder længe, men enkelte sten nedbrydes hurtigere end andre, fx af frost/tø, og udskiftes. Efter 100 år er der meget få sårbare sten tilbage, og taget har derefter formentlig en meget lang restlevetid. At signalere en levetid på fx 100 år er således en rimelig vejledning for en bygherre, der skal vælge mellem forskellige løsninger, men dette kan ikke lægges til grund for at sige, at et velholdt tegltag med en alder på 100 år, stort set er værdiløst.

  Af dette ræsonnement kunne man tro, at bygningsdele kan vedligeholdes i det uendelige. For en række bygningsdele er dette imidlertid ikke tilfældet - de vil have en endelig levetid. Det kendes især fra bygningsdele, som er følsomme over mekanisk slid, og som er en del af bygningens aptering, hvor tingene simpelthen bliver slidt op, fx trægulve, kedler til centralvarme eller ventilationsanlæg. Det kendes dog også fra bygningsdele som er sårbare overfor en kemisk nedbrydning, fx visse fuger, tagpaptage og plastvinduer. For disse bygningsdele vil delvis udskiftning ofte ikke være mulig eller rentabel.

  For en række bygningsdele vil et godt vedligehold kunne medføre meget lange levetider, fx vil en muret facade ved et beskedent vedligehold i praksis kunne holde mange år – tænk bare på Københavns brokvarterer eller kvarterer indenfor voldene. Sådanne bygningsdele kan siges at holde ubegrænset.

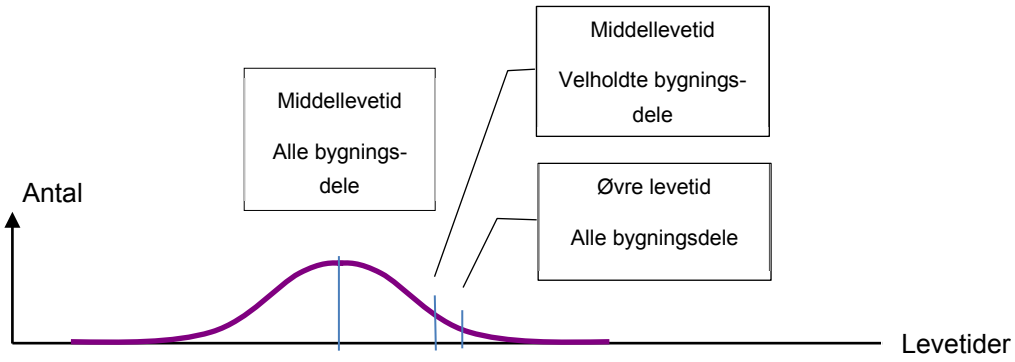
  Mangelfuldt vedligehold kan fx være manglende
  – overfladebehandling, fx af trædele
  – udskiftning af defekte fuger/tætningslister, fx omkring vinduer
  – udskiftning af nedbrudte delkomponenter, fx glaslister eller tagsten

  SINTEF Byggforsk i Norge har udarbejdet tabeller over sammenhæng mellem vedligehold og levetider (Byggforsk, 2010). Her beskrives systematik og intervaller for vedligehold af en lang række bygningsdele, men det er svært at anvende på danske forhold, og data er baseret på et begrænset materiale.

Levetid for velholdte bygningsdele

I kommissoriet (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2011) peges på, at der skal tages udgangspunkt i velholdte bygningsdeles forventede levetid, for at bygningsejeren kun undtagelsesvist bliver stillet ringere end i dag. Den forven-

tede levetid svarer til middellevetiden, og den vil for velholdte bygningsdele af en given type i sagens natur være længere end for alle bygningsdele af pågældende type set under et.



Figur 3. Middellevetid for velholdte eksemplarer af en bygningsdel i forhold til øvre levetid for den givne bygningsdel, afbildet på en normalfordeling for den givne bygningsdel. Eksemplarer af bygningsdelen med fejl og mangler indgår ikke. Figuren er principiel og beskriver fordelingen af levetiden for eksemplarer en enkelt bygningsdel, fx facader af træpladebeklædning. Afhængigt af hvilken bygningsdel, der beskrives, vil afstanden mellem middellevetiden for velholdte og for samtlige eksemplarer af den aktuelle bygningsdel variere.

Det skønnes, at middellevetiden for mange velholdte bygningsdele ligger på niveau med eller lidt under den øvre levetid for alle bygningsdele; se figur 3. Dette vil selvsagt variere meget, eftersom spredningen på levetiden for alle bygningsdele er forskellig fra bygningsdelstype til bygningsdelstype, og fordi betydningen af et godt vedligehold vil variere alt efter materialets karakter og bygningsdelens udformning. Spredningen på levetiden afhænger eksempelvis af om bygningsdelen er tilgængelig for vedligehold, eller om den er skjult og utilgængelig for vedligehold; fx er det nemmere at vedligeholde en overfladebehandling på en træfacade end at vedligeholde et undertag, der som oftest er svært tilgængeligt.

3. Vurdering af levetider

Grundlag for vurderinger

Dette kapitel beskriver grundlaget for vurdering af levetiderne anført i tabellerne i kapitel 4. For at begrænse tabellernes omfang er der valgt et vist detaljeringsniveau, hvad angår typen af bygningsdele. Bygningsdele, hvor forskellige varianter vurderes at have tilnærmelsesvis samme levetid, er ikke underopdelt yderligere i typer. Et eksempel er facader af murværk, hvor der ikke er skelnet mellem skalmur og massiv mur, da begge vurderes at have en næsten ubegrænset levetid.

Grundlaget for vurderingerne er

- kilderne nævnt tidligere i dette notat
- SBi-forskeres viden og erfaringer fra blandt andet forskning, skadesundersøgelser og deltagelse i internationalt arbejde om principper for vurdering af bygningsdeles levetider
- samtaler med faglige repræsentanter for
  - Dansk Tækkemandslaug (http://www.taekkelaug.dk/)
  - Dansk Undertagsklassifikationsordning (DUKO) (http://duko.dk/)
  - Murerfagets oplysningsråd (MURO) (http://www.muro.dk/)
  - Teknologisk Institut (http://teknologisk.dk/)
  - Træinformation (http://www.traeinfo.dk/)
  - Vinduesindustrien (http://www.vinduesindustrien.dk/)
- kommentarerne fra projektets referencegruppe til et af SBi udarbejdet notat dateret 23. juni 2011 (SBi, 2011a)

kombineret med, at der i nærværende notat tages udgangspunkt i levetider for *velholdte* bygningsdele og ikke levetider baseret på skadesbilleder (se figur 1).

Kvalitet af de vurderede bygningsdele

For en lang række bygningsdele er der perioder, hvor ibrugtagning af nye materialer, omlægning af produktionen eller ændrede udførelsesmetoder på byggepladsen har ledt til en dårligere kvalitet, end man almindeligvis har set før og efter en sådan periode med 'kvalitetsudfald'. Det gælder fx de første forsøg med eternittagplader uden asbest i en periode omkring 1990, Gule tagteglsten før ca. 1990, glaserede tagteglsten efter ca. år 2000, termoruder fra 1970'erne eller vinduer med blødt træ (splintved) fra 1960'erne til 1980'erne.

Sådanne bygningsdele indgår i de vurderede levetider ved deres skønsmæssige andel af bestanden af de pågældende bygningsdele. De er således ikke udskilt som selvstændigt anførte bygningsdele, dels fordi levetidstabellerne i så fald ville blive meget lange – og dermed vanskeligere at anvende -, dels fordi der ofte hersker stor usikkerhed om de pågældende perioders præcise afgrænsning.

Vurdering af middellevetider for velholdte bygningsdele

Levetiden er angivet som et specifikt antal år afrundet til nærmeste 10; dog med mulighed for nærmeste 5 ved levetider under 30 år. Skalaen ser således ud: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100.

For en række bygningsdele vurderes levetiden til mere end 100 år. For så lange levetider er vurderingerne overordentlig usikre, og det giver fagligt ikke mening at angive præcise årstal. For disse bygningsdele er i tabellen angivet '> 100 år'. De fleste sådanne bygningsdele vil have en levetid mellem 100 og 200 år, men en lille gruppe velholdte bygningsdele vurderes at have en ubegrænset levetid. For disse bygningsdele er i tabellen angivet 'ubegrænset'.

De anførte levetider forudsætter i hvert enkelt tilfælde, at der er udført et godt vedligehold som udtrykt ved levetidsfaktoren G. Bygningsdele, der traditionelt ikke vurderes at have lang levetid, fordi de ofte ikke vedligeholdes i nævneværdigt omfang, kan her godt have en levetid på over 100 år; fx en udvendig facadebeklædning af træbrædder, som overfladebehandles hyppigt, og hvor enkelte brædder udskiftes efterhånden som de nedbrydes.

De resterende levetidsfaktorer, A-F, er alle sat til 1,0, svarende til normalt niveau.

Den skønnede middellevetid af velholdte bygningsdele forudsætter et vedligehold baseret på den viden, der er tilgængelig på udførelses- eller vedholdstidspunktet(-erne).

Vurdering af spredning på middellevetid af velholdte bygningsdele

Spredningen på middellevetiden angives som lav (L), middel (M) eller høj (H), som udtryk for, hvor meget levetidsfaktorerne A-F betyder for levetiden.

Et eksempel på forskelle på levetidsfaktorernes betydning er tagbelægninger af strå og naturskifer, hvor levetiden af stråtag i modsætning til naturskifer er meget afhængig af tagets orientering og bygningens beliggenhed. Spredningen på levetiden for stråtag har derfor fået betegnelsen H, mens den for naturskifter har fået betegnelsen L.

Vurdering af middellevetider for alle bygningsdele

Denne vurdering er kun foretaget for tagbelægninger og undertage, jf. Kommissoriet (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2011).

I modsætning til middellevetiden for velholdte bygningsdele er middellevetiden for alle bygningsdele baseret på normalt vedligehold. I de tilfælde, hvor vedligeholdet ikke har nogen praktisk betydning, fx fordi vedligehold ikke er muligt, vil de to middellevetider være stort set ens. Et eksempel er undertage.

På samme måde vil de to middellevetider være stort set ens, hvis det er normalt, at bygningsdelen er velholdt. Det vil typisk være bygningsdele, der ikke kræver meget vedligehold, som fx eternitskifer med asbest.

Det modsatte er tilfældet, hvis det er normalt at bygningsdelen ikke er vedligeholdt, samtidig med at det har stor betydning, om bygningsdelen vedligeholdes. Et eksempel er tagdækning med stenlag, hvor forskellen mellem middellevetiden for velholdte bygningsdele og middellevetiden for alle bygningsdele er stor. Det skyldes, at vedligehold i form af at sikre, at stenlaget er intakt, så tagdugen eller tagpappet fortsat er beskyttet mod sollys og an-

den ydre påvirkning, har stor betydning for levetiden. I mange tilfælde er det imidlertid ikke noget som ejeren er opmærksom på, dvs. at det er normalt, at bygningsdelen ikke er velholdt.

4. Levetidstabeller for udvalgte bygningsdele

Tabelkolonner:

a. Grupper af bygningsdele. I parentes er angivet relevant kode fra Dansk Bygge Klassifikation (bips, 2006).
b. ID for bygningsdel
c. Bygningsdele, opdelt efter hyppigt forekommende materialetyper eller komponenter
d. Middellevetid for velholdte bygningsdele. Der er forudsat faktor = 1,0 svarende til
   – almindelig materialekvalitet
   – udformning jf. almindelig byggeskik
   – almindelig udførelse
   – normalt forekommende ydre og indre påvirkninger
   – normal brug
e. Spredning på middellevetid for velholdte bygningsdele (kolonne d)
f. Middellevetid for alle bygningsdele af pågældende type/materiale.

Bemærk, at levetidsfaktoren 'materialekvalitet' og til dels levetidsfaktoren 'udformning' er foldet ind i tabellen over bygningsdele. Der er hermed indirekte i de skønnede levetider taget hensyn til disse faktorers betydning for levetiden.

Middellevetid for velholdte bygningsdele:

a Gruppe (DBK kode)	b ID	c Bygningsdel	d Middellevetid Velholdte bygningsdele [år]	e Spredning på middel- levetid
Tagdækning (-215.03) og inddækning (-215.10)				
	1	Naturskifer	**Ubegrænset**	**L**
	2a	Tegl, vingetagsten, røde	**> 100**	**H**
	2b	Tegl, vingetagsten, gule og brune	**60**	**H**
	2c	Tegl, falstagsten	**> 100**	**M**
	2e	Tegl, glaserede tagsten	**> 100**	**H**
	2f	Tegltagsten med fugesystem	**60**	**M**
	3a	Betontagsten	**80**	**M**
	3b	Betontagsten med fugesystem	**60**	**H**
	4a	Eternitbølgeplader med asbest	**80**	**M**
	4b	Eternitbølgeplader uden asbest	**30**	**M**
	4c	Eternitskifer med asbest (taghældning > 35 gr)	**80**	**L**
	4d	Eternitskifer med asbest (taghældning < 35 gr)	**50**	**L**
	4e	Eternitskifer uden asbest	**30**	**M**
	5a	Stråtag	**50**	**H**
	5b	Træspån (ubehandlet)	**50**	**M**
	6a	Stål- og aluminiumtag (belagt, hældning > 10 gr)	**60**	**M**
	6b	Stål- og aluminiumtag (belagt, hældning < 10 gr)	**40**	**M**
	6c	Kobbertag	**100**	**L**
	6d	Zinktag	**60**	**L**
	7a	Tagpaptage (hældning > 10 gr)	**40**	**L**
	7b	Tagpaptage (hældning < 10 gr)	**30**	**L**
	7c	Tagdækninger med stenlag	**40**	**M**
	8a	Plastplader, 1 lag (UV-stabiliseret)	**15**	**L**
	8b	Plastplader, flere lag (UV-stabiliseret)	**25**	**L**
	9a	Aftrækshætter, inddækninger, skot- og tagrender (metal)	**60**	**H**
	9b	Aftrækshætter, inddækninger og tagrender (plast)	**60**	**H**
Undertagkonstruktion (-215.02)				
	11a	Faste undertage af brædder/krydsfiner med belægning (lukket tagdækning)	**80**	**L**
	11b	Faste undertage af brædder/krydsfiner med belægning (åben tagdækning)	**60**	**L**
	12a	Frithængende banevarer af bitumen og oliebehandlede træfiberplader (lukket tagdækning)	**60**	**L**
	12b	Frithængende banevarer af bitumen og oliebehandlede træfiberplader (åben tagdækning)	**40**	**L**
	13a	Frithængende lette banevarer af filt eller film (lukket tagdækning)	**40**	**L**
	13b	Frithængende lette banevarer af filt eller film (åben tagdækning)	**20**	**L**
Vinduer (-205.02) og yderdøre (-205.03)				

a Gruppe (DBK kode)	b ID	c Bygningsdel	d Middellevetid Velholdte bygningsdele [år]	e Spredning på middel- levetid
	21a	Hårdt træ (løvtræ, tropiske træarter, kernetræ af fyr)	**Ubegrænset**	**M**
	21b	Blødt træ, vakuum-imprægneret	**60**	**M**
	21c	Blødt træ, ej vakuum-imprægnering	**40**	**H**
	21d	Blødt træ og metal	**80**	**L**
	22	Metal	**Ubegrænset**	**M**
	23	Plast	**70**	**L**
	24	Tagvinduer, blødt træ, metalinddækninger	**60**	**H**
Vægkonstruktion (-205.01)				
	31	Murværk (tegl)	**Ubegrænset**	**M**
	32a	Naturstensfacader (granit)	**Ubegrænset**	**H**
	32b	Naturstensfacader (marmor, sandsten)	**80**	**H**
	33a	Murkroner og læmure (metal- og steninddæk-ning)	**80**	**M**
	33b	Murkroner og læmure (rulleskifte)	**30**	**H**
	34	Bindingsværk inkl. tavl	**Ubegrænset**	**H**
	35	Beton	**100**	**H**
	36a	Porebeton (med overfladebehandling)	**> 100**	**H**
	36b	Porebeton (uden overfladebehandling)	**60**	**H**
	37a	Konstruktionstræ (savskåret, ubehandlet)	**50**	**H**
	37b	Brædder og konstruktionstræ (høvlet, behandlet)	**Ubegrænset**	**H**
	37c	Træpladebeklædning (behandlet)	**70**	**H**
	38a	Eternit med asbest	**80**	**L**
	38b	Eternit uden asbest	**30**	**M**
	39	Metal	**80**	**L**
	40a	Puds på tegl	**50**	**H**
	40b	Puds på mineraluld	**40**	**H**
	40c	Puds på træ	**20**	**H**
	41	Facadeglas	**80**	**M**
	42a	Vindskeder og sternbrædder (m. metalinddækning)	**70**	**H**
	42b	Vindskeder og sternbrædder (ubehandlet)	**25**	**H**
	42c	Vindskeder og sternbrædder (behandlet)	**60**	**H**
	42d	Vindskeder og sternbrædder (trykimprægneret)	**40**	**H**
Gulvkonstruktion (-210.03)				
	51a	Trægulve, massive	**> 100**	**L**
	51b	Trægulve, lamel	**70**	**M**
	52a	Vinyl, laminat og kork	**30**	**H**
	52b	Linoleum	**50**	**H**
	53	Tæpper og nålefilt	**20**	**H**
	54	Gulvmaling og lakering	**10**	**H**

a Gruppe (DBK kode)	b ID	c Bygningsdel	d Middellevetid Velholdte bygningsdele [år]	e Spredning på middel- levetid
Vandsystem (-300.01, 300.04, -305 og -320.03 og -320.09)				
	61a	Rørinstallationer, brugsvand (kobber, rustfrit stål, plast)	**80**	**M**
	61b	Rørinstallationer, brugsvand (varmforzinket stål)	**50**	**H**
	62a	Rørinstallationer, varme (kobber)	**100**	**M**
	62b	Rørinstallationer, varme (stål og plast)	**70**	**M**
	63	Afløbsinstallationer (støbejern og plast)	**80**	**L**
	64a	Radiatorer, pladejern	**40**	**M**
	64b	Radiatorer, støbejern	**70**	**H**
	65a	Kedler, pladejern (olie/brænde)	**40**	**M**
	65b	Kedler, støbejern (olie/brænde)	**50**	**M**
	65c	Kedler, væghængte (gas)	**25**	**M**
	65d	Kedler, kondenserende (olie)	**25**	**M**
	66a	Vandvarmere (el)	**30**	**L**
	66b	Varmtvandsbeholdere (forråd)	**40**	**L**
	66c	Varmtvandsbeholdere (gennemstrømning)	**30**	**L**
	66d	Varmevekslere (opvarmning)	**40**	**L**
	67	Varmepumper	**25**	**M**
	68a	Solfangere, plade	**40**	**H**
	68b	Solfangere, vakuum	**25**	**M**

Middellevetid for alle bygningsdele:

a Gruppe (DBK kode)	b ID	c Bygningsdel	f Middellevetid Alle bygnings-dele [år]
Tagdækning (-215.03) og inddækning (-215.10)			
	1	Naturskifer	**100**
	2a	Tegl, vingetagsten, røde	**70**
	2b	Tegl, vingetagsten, gule	**40**
	2c	Tegl, falstagsten	**80**
	2e	Tegl, glaserede tagsten	**80**
	2f	Tegltagsten med fugesystem	**40**
	3a	Betontagsten	**60**
	3b	Betontagsten med fugesystem	**40**
	4a	Eternitbølgeplader med asbest	**60**
	4b	Eternitbølgeplader uden asbest	**25**
	4c	Eternitskifer med asbest (taghældning > 35 gr)	**70**
	4d	Eternitskifer med asbest (taghældning < 35 gr)	**40**
	4e	Eternitskifer uden asbest	**25**
	5a	Stråtag	**40**
	5b	Træspån (ubehandlet)	**25**
	6a	Stål- og aluminiumtag (belagt, hældning > 10 gr)	**50**
	6b	Stål- og aluminiumtag (belagt, hældning < 10 gr)	**30**
	6c	Kobbertag	**80**
	6d	Zinktag	**50**
	7a	Tagpaptage (hældning > 10 gr)	**30**
	7b	Tagpaptage (hældning < 10 gr)	**20**
	7c	Tagdækninger med stenlag	**25**
	8a	Plastplader 1 lag (UV-stabiliseret)	**15**
	8b	Plastplader, flere lag (UV-stabiliseret)	**20**
	9a	Aftrækshætter, inddækninger, skot- og tagrender (metal)	**40**
	9b	Aftrækshætter, inddækninger og tagrender (plast)	**30**
Undertagkonstruktion (-215.02)			
	11a	Faste undertage af brædder og krydsfiner (lukket tagdækning)	**70**
	11b	Faste undertage af brædder og krydsfiner (åben tagdækning)	**50**
	12a	Frithængende banevarer af bitumen og oliebehandlede træfiberplader (lukket tagdækning)	**50**
	12b	Frithængende banevarer af bitumen og oliebehandlede træfiberplader (åben tagdækning)	**40**
	13a	Frithængende lette banevarer af filt eller film (lukket tagdækning)	**30**
	13b	Frithængende lette banevarer af filt eller film (åben tagdækning)	**15**

5. Referencer

Boverket, 2011: *Byggregler BBR 18*, BFS 2011:6, afsnit 9.

bips, 2006: *DBK 2006 resultatdomænet 2, Struktur og klassifikationstabeller for bygningsdele*. Det Digitale Byggeri, 2006.

Brandt, E., 2009: *Fugt i bygninger*, SBi-anvisning 224, Statens Byggeforskningsinstitut, Hørsholm.

BUR, 1985: *Planlægning af driftsvenligt byggeri – en anvisning*. Byggeriets Udviklingsråd, København.

Byg-Erfa, 2006: *Bygninger med udsat beliggenhed – klimaskærmens tæthed mod vind, slagregn og fygesne*, Erfaringsblad (99) 09 11 06, Fonden BYG-ERFA.

Byggecentrum, 2011: *V&S Prisbog*, Byggecentrum, Ballerup. http://www.byggecentrum.dk/produktadgang/vs-prisdata-startside

ByggForsk, 2010: *Intervaller for vedlikehold og utskifting av bygningsdeler*. Byggdetailblad 700.320, Oslo.

Dansk Standard, 2007: *Last på bærende konstruktioner, Generelle laster – vindlast*, Eurocode 1, DS/EN 1991-1-4:2007.

DIN, 2001: *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung*. DIN 4108-3, Beuth Verlag.

DUKO, 2011: *Vælg undertag*, www.duko.dk/vælg_undertag, Dansk undertagsklassifikationsordning, BYG-ERFA.

Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2011: *KOMMISSORIUM for referencegruppe om afskrivningstabeller og levetidstabeller for tage*, Notat af 17. feb. 2011.

Forsikring og Pension, 2011: *Erhvervs- og Byggestyrelsens referencegruppe om afskrivningstabeller og levetidstabeller for tage. Erstatningstabeller til EBST,* Forsikring og Pension, Notat, Hellerup, April 2011.

GI, 2011: *Levetider.dk*. www.levetider.dk, Grundejernes investeringsfond. København.

Hansen, M.H., Haugbølle, K. og Brandt, E., 2003: *Levetidsmodellering for bygningsdele*, By og Byg, upubliceret.

Hovde, P.J., 2005: *The Factor Method – a simple toll to service life estimation*, Proc. 10th Int. Conf. on Durability of Building Materials and Components, Lyon, France, Proc. TT4-115.

Listerud, C.A. et al., 2011: *Service Life Estimation of Facades - Use of the Factor Method in Practice*, Proc. of 12th Int. Conf. on Durability of Building Materials and Components, Porto, Portugal.

ICC, 2006: *International Energy Conservation Code*. Washington DC: International Code Council.

ISO, 2008: *Buildings and constructed assets - Service life planning, Part 8: Reference service life and service-life estimation*, ISO 15686-8:2008, International Standard Organization.

ISO, 2011: *Buildings and constructed assets - Service life planning, Part 1: General principles and framework*, ISO 15686-1:2011, International Standard Organization.

Justitsministeriet, 2010: *Betænkning om huseftersynsordningen, Justitsministeriets udvalg om huseftersynsordningen*, Betænkning 2010:1520.

SBi, 2011a: Levetids- og afskrivningstabeller. Faglig vurdering af oplæg., Notat, upubliceret, 30. juni 2011.

SBi, 2011b: *Levetider*, http://www.sbi.dk/byggeteknik/kvalitet/levetider, oversigt over forskningspublikationer om levetid udgivet af SBi på eget forlag:

– *Klimasimulatorer*, 2003
– *Byggematerialers frostbestandighed*, 1996
– *Fiberarmerede, cementbaserede kompositmaterialers levetid*, 1993
– *Service life prediction and cementitious composites*, 1992
– *Service life prediction and fibre reinforced cementitious composites*, 1992

6. Udvikling af levetidstabeller

Levetidstabellerne kan med fordel udvikles løbende på blandt andet følgende områder:

- Datagrundlag: Etablering af et forskningsbaseret statistisk datagrundlag for levetidstabeller; herunder udtagning af fejlbehæftede bygningsdele
- Levetidsfaktorer: Præcisering af levetidsfaktorer og forskningsbaseret fastlæggelse af deres værdier for forskellige bygningsdele
- Klassifikation:
  - Mapping af bygningsdelstyper med Dansk Bygge Klassifikation, (DBK, 2006)
  - Præcisering af skelnen mellem bygningsdele og byggematerialer

Eftersom materialekvalitet, udformning, udførelse, påvirkninger og brug løbende ændrer sig med byggeriets udvikling og innovation af nye løsninger, har levetidstabellerne en begrænset levetid, og bør løbende justeres; fx hvert 5. år.

Rapporten er udarbejdet som et led i revision af husefttersynsordningen i Danmark. Den er baseret på offentlig tilgængelig viden samt forfatternes erfaring på tidspunktet for dens udarbejdelse.

I rapporten er vurderet levetider for velholdte bygningsdele omfattet af ejerskifteforsikringer for boliger. Vurderingen er uvildig og gennemført på et overordnet og fagligt grundlag.

Endvidere indeholder rapporten en uvildig fagligt baseret vurdering af gennemsnitlige levetider for tagbelægninger og undertage, til brug for vurdering af tagets restlevetid.

1. udgave, 2012
ISBN 978-87-92739-02-5