

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen

Nr. 44 1994

Genanvendelse af tagbeklædning

Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 44 1994

Genanvendelse af tagbeklædning

Projekt om afrensningsmetoder og
genanvendelse af tagbeklædning

Brick Cleaner Co. ApS
Demex A/S

Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Rapporten er udarbejdet med tilskud fra Rådet vedr. genanvendelse og mindre forurenende teknologi.

Det skal bemærkes, at de fremsatte synspunkter ikke nødvendigvis dækkes af Rådet eller Miljøstyrelsen.

INDHOLDSFORTEGNELSE:

Forord	5
1 Indledning	6
2 Formål	8
3 Projektets parter	9
4 Udførelse	10
4.1 Tegl	10
4.2 Skifer	10
5 Tagbeklædning, historisk baggrund	11
5.1 Lovgivning	11
5.2 Tagkonstruktionen	12
5.3 Teglstensfremstilling	14
5.4 Tagdækningsmaterialer	14
6 Gennemførelse	16
6.1 Besigtigelse af tagbeklædninger	16
6.2 Tagbeklædningernes genanvendelighed	17
6.2.1 Tegl	17
6.2.2 Skifer	19
6.2.3 Konklusion af besigtigelse	20
6.3 Nedrivning af tagbeklædning	23
6.4 Klassificering, prøver og godkendelse af tagma- aterialer	24
6.4.1 Holdbarhed	24
6.4.2 Fastgørelse af tagbeklædning	25
6.4.3 Afrensning	27
6.4.4 Materialeprøvning	27
6.5 Registrering af rensning og forarbejdning	29
6.6 Arbejds miljø	32
6.7 Beskæftigelsesmæssige ressourcer	33
7 Sammenfatning og konklusioner	34
Tillæg I: Notat om genbrug af tegl/skifer, Byfornyelsesselskabet København	
Tillæg II: Notat vedr. besigtigelse af tagbeklædninger på udpegede ejendomme, DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S	
Tillæg III: Genbrug af tegltagsten, rapport, DTI-Murværkscenteret	

Forord

I perioden juli 1992 - april 1994 har Brick Cleaner Co. ApS. i samarbejde med DEMEX Rådgivende Ingeniører, Byfornyelsesselskabet København og Københavns Kommunes Tekniske Service, gennemført udredningsprojekt vedr. afrensningsmetoder og genanvendelse af tagbeklædning. Laboratorieundersøgelser udført i forbindelse med nærværende projekt er udført af DTI-Murværkscenteret.

Projektet er gennemført i tilknytning til demonstrationsprojekt "Det Genanvendte Hus" og dets resultater skal indgå som en del af de samlede erfaringer i dette projekt. Følgegruppen for projekt "Det Genanvendte Hus" har endvidere fungeret som følgegruppe for nærværende projekt.

Projektet er igangsat med støtte fra Rådet vedrørende Genanvendelse og Mindre Forurenende Teknologi, jf. Miljøstyrelsens skrivelse af 6. juli 1992 og er afrapporteret i henhold til Miljøstyrelsens regler for dette. Projektet er afrapporteret i sin helhed med projektførløb, resultater, sammenfatning og konklusion.

19.07.1994
DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S
Niels Strufe

1 Indledning

Til projekt "Det Genanvendte Hus" er der anvendt genanvendte materialer i stort set alle bygningsdele. I den anledning er der udført undersøgelser med henblik på fastlæggelse af forskellige bygningsmaterialers genanvendelighed samt forarbejdning med henblik på genanvendelse. Følgende bygningsmaterialer er undersøgt:

- Beton til ny beton
- Mursten
- Tegl til ny beton
- Beton og tegl til grusmaterialer
- Træ
- Vinduer

Der er hidtil kun udført undersøgelser i mindre omfang af tagbeklædningsmaterialer med henblik på genanvendelse (der er tidligere udført undersøgelse af tagpap).

I forbindelse med projekt "Det Genanvendte Hus" har det vist sig formålstjenligt, at undersøge afrensningsmetoder for tagbeklædningerne skifer og tagtegl.

Nærværende projekt omhandler således afrensningsmetoder og genanvendelse af følgende tagbeklædningsmaterialer:

- Tagtegl
- Skifer

I forbindelse med forundersøgelser til helhedsplanen for byfornyelsen af bydelskvarteret Vesterbro i København, udarbejdede Byfornyelsesselskabet København registrering over de 22 berørte karreer.

Ud fra disse registreringer opgjordes tagarealerne til skønsmæssigt samlet 80.000 m². De 80.000 m² kan skønsmæssigt opdeles som følger:

Tegltag:	40%	32.000 m ²
Pap og skifer:	40%	32.000 m ² (Københavnertag)
Skifer:	15%	12.000 m ²
Andet:	5%	4.000 m ²

Erfaringsmæssigt bliver 80% af tagbeklædningen udskiftet i forbindelse med en traditionel renovering (Kilde: Byfornyelsesselskabet København), i dette tilfælde svarende til ca. 64.000 m² tagplader.

En væsentlig del af den gamle tagbeklædning er efter Byfornyelsesselskabet Københavns opfattelse vurderet som at være af en så god kvalitet, at den efter forarbejdning vil kunne genanvendes.

2 Formål

I projekt "Det Genanvendte Hus" er planlagt, at der skal anvendes skifer som tagbeklædning, dog har man ønsket at klarlægge mulighederne for alternativt at kunne anvende tagtegl.

Det er en af forudsætningerne, at forarbejdning af genanvendelige materialer vil kunne give en øget beskæftigelse. I betragtning af den nuværende situation på arbejdsmarkedet, og specielt inden for bygge- og anlægssektoren, vil det være af største betydning, at få klarlagt de beskæftigelsesmæssige aspekter i forbindelse med forarbejdning af genanvendelige materialer.

Dertil kommer behovet for at sikre sig, at rensnings- og bearbejdnings-processer er acceptable med hensyn til arbejdsmiljø.

Nærværende projekts formål er derfor, at redegøre for konkrete og rationelle afrensningsmetoder for tagbeklædning samt afklare de beskæftigelsesmæssige og arbejdsmiljømæssige forhold, der er forbundet hermed samt gennemføre materialemæssige undersøgelser af tagsten.

3 Projektets parter

Projektet er udført i et projektsamarbejde mellem Brick Cleaner Co. ApS, Byfornyelsesselskabet København, Københavns Kommunes Tekniske Service, DTI-Murværkscenteret og DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S.

Brick Cleaner Co. ApS er projektansvarlig og er som sådan ansvarlig overfor Miljøstyrelsen.

Byfornyelsesselskabet København har forestået udpegning af genvendelige tagbeklædninger, hvilket vil sige fremskaffelse og levering af materialer til forarbejdning.

Københavns Kommunes Tekniske Service har stået for selve forarbejdningen dvs. levering af arbejdskraft, lokaler samt nødvendigt maskinel. Teknisk Service har tidligere udført mindre indledende undersøgelser med henblik på forarbejdning og genanvendelse af tagbeklædningsmaterialer, med positivt resultat.

DTI-Murværkscenteret forestod godkendelsen af de udtagne materialer til genanvendelse, dvs. undersøgelser og fastlæggelse af kriterier for genanvendelse af tagsten.

DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S har fungeret som projektadministrator og sørget for koordineringen med projekt "Det Genanvendte Hus". DEMEX har udført registrering af de forskellige procedurer og indsamling af de nødvendige projektrelevante data under projektførelsen. Endvidere har DEMEX forestået udarbejdelsen af nærværende afrapportering.

4 Udførelse

Med henvisning til ansøgning til Miljøstyrelsen af 9. januar 1992 og tilhørende projektbeskrivelse er der gennemført undersøgelser af følgende relevante tagbeklædningsmaterialer:

- Tagtegl
- Skifer

4.1 Tegl

- Nedtagning af tagtegl (sektiv nedrivning).
- Kriterier for bedømmelse af tagtegl's anvendelighed til genanvendelse.
- Afrensning af tagtegl.
- Fastgørelse af genanvendte tagtegl.
- Registrering af rensemetoder samt registrering af antal beskæftigede i de enkelte procedurer i forhold til mængde og tid.

4.2 Skifer

- Nedtagning af skiferplader (sektiv nedrivning)
- Kriterier for bedømmelse af skiferpladers anvendelighed til genanvendelse.
- Afrensning og tilskæring (forarbejdning) af skiferplader samt fastlæggelse af nyt anvendeligt standardmål for skiferplader.
- Fastgørelse af genanvendt skifer.
- Registrering af rensemetoder samt registrering af antal beskæftigede i de enkelte procedurer i forhold til mængde og tid.

Ved forarbejdning af skifer og tagtegl forventes disse procedurer, med den eksisterende viden og teknikker på området, hovedsageligt at skulle udføres manuelt. Det vil sige, at der kun i et mindre omfang skal indgå maskinelle procedurer.

5 Tagbeklædning, historisk baggrund

Nærværende kapitel indeholder en historisk gennemgang af tage og tagbeklædninger på Københavnske etageejendomme omkring århundredeskiftet 1800-1900, udarbejdet på grundlag af SBI-Rapport 142, Københavnsk etageboligbyggeri 185-1900 samt div. artikler. Tagbeklædninger til genanvendelse stammer som oftest fra byggeri der renoveres eller nedrives og som er opført i netop denne periode.

Nærværende projekt omfatter undersøgelse af genanvendelighed af typiske tagbeklædningsmaterialer fra københavnske etageboligbyggerier. Tidstypisk stammer disse ejendomme fra perioden 1850-1910, som er karakteristisk for den periode, hvor brokvartererne i København blev opbygget.

5.1 Lovgivning

I den ældre københavnske byggelovgivning fandtes næsten ingen bestemmelser om tage. Sammenlignet med bestemmelser om ydervægge og etageadskillelser er det bemærkelsesværdigt få regler, der har omfattet tage, og traditionen tro var det også først og fremmest brandmæssige forhold, der var anledning til bestemmelsernes fremkomst: de store brande i 1728 og 1795.

For tages vedkommende var Københavns byggelov af 1856 derfor udtryk for en betydelig skærpelse, idet stort set alle betydende forhold vedrørende tages udformning og udførelse blev omfattet af loven. Der blev fastsat en størst tilladelig taghældning og givet bestemmelser om art, mængde og størrelse af opbygninger over dette tagprofil, der blev stillet krav til mindstedimension af tagværkstømmer og givet regler for dets dimensionering i forhold til spændvidde, der indførtes krav om brug af ubrændbare tagdækningsmaterialer.

Kravet til tagdækningsmateriale i københavnsk byggeri var dog mere i generel form i byggeloven af 1856 (§ 40): *"Alle Tage skulle være dækket med uantændeligt Materiale, og hvor det modsatte endnu måtte finde Sted paa ældre Bygninger eller Skure, skulle disse Tage enden inden en af Bygningscommissionen bestemt kort Frist forandres i Overensstemmelse hermed"*.

Denne bestemmelse gik igen i de følgende byggelove af 1871 og 1889, men med den forskel, at de almindeligt brugte tagdækningssmaterialer nævntes direkte med navn: "*Tage maa i Reglen kun dækkes med Sten eller Metal...*".

5.2 Tagkonstruktionen

Historisk set var det Københavnske boligbyggeri i midten af 1800-tallet ikke af skelsættende betydning, hvad angår etageboligbyggeri, og 1800-tallet ud og langt ind i vort århundrede var de to materialer træ- og murværk fortsat altdominerende.

Hvor tidligere symmetriske tagformer havde været det normale, blev asymmetriske tagformer det almindelige i københavnsk boligbyggeri i anden halvdel af 1800-tallet, og som en nyskabelse tilkom "Københavnertaget" - direkte foranlediget og byggelovgivningen af 1856 og i byggelovgivningen af 1871 gives der en egentlig lovgivningsmæssig baggrund for anvendelse af asymmetriske tagprofiler.

Med bestemmelserne om tagform og -højde i de københavnske byggelove af 1856 og 1871, sigtedes der klart mod to typer af tage: saddeltaget med højst 45 graders hældning og senere Københavnertaget, men tiden efter fremkom andre æstetiske værdinormer, og som et resultat heraf også ønsket om tilladelse til brug af andre tagformer, især Mansardtage. Af efterstående figurer fremgår typiske eksempler på opbygning af tagkonstruktioner i københavns etageboligbyggeri.

Tagværker opbyggedes traditionelt som trækonstruktioner, og i boligbyggeriet fik jern som konstruktionsmateriale til tage ingen betydning. Som også tidligere anvendtes i anden halvdel af 1800-tallet tegl til tagdækning, men skifer vandt stigende udbredelse på teglets bekostning i denne periode, og i forbindelse med dette århundredes nyskabelse - Københavnertaget - fik dækning med zink af dets næsten vandrette tagflader stor betydning.



Figur 1
Typisk Københavnsk ejendom fra sidst i forrige århundrede med tagkonstruktion udført som saddeltag med tagtegl.



Figur 2
Typisk Københavnsk ejendom fra århundredeskiftet med tagkonstruktion udført som Københavnertag med skifer.

5.3 Teglstensfremstilling

Op til midten af 1800-tallet fremstilledes mursten og tagsten af tegl, som de var blevet det i århundrederne før: leret blev formet manuelt i enkle træforme, de rå sten blev herefter tørret under åben himmel, og blev i mange tilfælde kun afdækket nødtørftigt ved regnvejr. Æltningen af leret foregik ofte simpelt, ved dyrs eller menneskers trampen rundt i leret. Brændingen foregik i periodisk virkende ovne, og den første kontinuerligt brændende rundovn, der var opfundet af tyskeren Hoffmann i 1858, blev her i landet installeret i slutningen af 1860'erne i Nivaagaard teglværk i Nordsjælland.

Sådan foregik teglstensfremstillingen også efter århundredeskiftet på mange af de mindre værker, men i løbet af anden halvdel af 1800-tallet overgik de større til maskinel behandling og formning af leret, og de periodisk virkende ovne afløstes i vid udstrækning af de kontinuerligt brændende. Samtidigt hermed blev teglfremstilling en egentlig industri, drevet i store enheder i sammenligning med forholdene før 1850.

Den maskinelle formgivning af tegl greb dog ikke voldsomt om sig og efter århundredeskiftet var maskinstrykning stadig forbeholdt de store værker, og de mindre kunne fortsat med fordel benytte håndstrykning.

5.4 Tagdækningsmaterialer

Tagdækningsmaterialet havde tidligere så godt som udelukkende været tegl, og tegltaget blev fortsat brugt gennem anden halvdel af 1800-tallet, men skiferdækning vandt frem som alternativ til dækning med tegl i denne periode, fordi skifertage dels var mere tætte og dels ikke fordrede samme grad af vedligeholdelse som tegltag. Dækning af tage med metal, som før havde været isolerede fænomener i det almindelige boligbyggeri, blev i form af zinkdækninger det normale - og iøvrigt det eneste tilladte - på de næsten vandrette tagflader på Københavnertagene.

De næsten vandrette tagflader på københavnertagene, på udbyggede trappetårne og på tagkviste blev næsten udelukkende dækket med

zink. Som prismæssigt alternativ til zinkdækning kunne kun papdækning komme på tale på de næsten vandrette tagflader, men papdækning var i praksis forbudt anvendt i etageboligbyggeriet helt til 1930'erne, da der på markedet fandtes så svært antændelige tagpap, at et forbud ikke længere kunne opretholdes. Når der alligevel forekommer papdækning på mange af det tidligere byggeris tage, skyldes det, at sådanne tage er omdækkede i tidens løb. Som regel er tagpap da lagt ovenpå den eksisterende tagdækning, når den ikke længere var tæt; dette forekommer typisk på de flade zinkdækkede tage, hvor det var en betingelse for opnåelse af tilladelse til brug af papdækning at zinken blev liggende, men også skiferdækkede tage kan ses belagt med pap, hvorved både nedtagning af skifer og oplægning af brædder er sparet.

Det understrøgne vingetegtag, skifertaget lagt efter angelsaksisk model af forholdsvis store og tynde plader i dobbelt lag, og zinktaget enten med stående false eller listesamling, har her i landet været udført på samme måde så længe de har været anvendt - når henses til udviklingen inden for byggeteknikken i øvrigt, er der en påfaldende konstans, netop hvad angår udførelsen af disse tre typer tagdækninger, og kun for vingeteglstenens vedkommende var der tale om en ændring i fremstillingsmetoden, idet de i løbet af anden halvdel af 1800-tallet overgik fra manuel til maskinel produktion, men dette medførte dog ikke formændringer, og det eneste resultat af overgangen til maskinel produktion af vingetegl var tilkomsten af binderknoppen.

6 Gennemførelse

Projektet er gennemført i tilknytning til projekt "Det Genanvendte Hus" og indgår som selvstændigt projekt i tilknytning til fremskaffelsen og forarbejdningen af de genanvendelige materialer til byggeriet. Gennemførelsen er derfor tilpasset aktivitetsplanerne i projekteringsfasen for byggeriet.

6.1 Besigtigelse af tagbeklædninger

I tilknytning til nærværende projekt er der udført besigtigelse af københavnske ejendomme, der står foran reovering af klimaskærm, herunder udskiftning af eksisterende tagbeklædning med ny, med henblik på genanvendelse af den udskiftede tagbeklædning i kommunalt regi.

I forbindelse med reovering af 24 ejendomme der administrativt forestås af Byfornyelsesselskabet København og SBS Byfornyelse, er der i udbudsmaterialet indarbejdet en klausul vedr. genanvendelse af egnede tagbeklædningsmaterialer i kommunalt regi.

De i udbudsmaterialet stillede krav til håndtering og genanvendelse af fremgår af vedlagte notat fra Byfornyelsesselskabet København, tillæg I.

I den forbindelse har DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S foretaget forhåndsbesigtigelse af de udpegede ejendomme primo februar 1993. Forhåndsbesigtigelsen har omfattet en visuel og fotografisk registrering af de potentielt genanvendelige tagbeklædninger på de udpegede ejendomme.

En samlet oversigt med tilhørende data over de af reoveringen omfattede ejendomme fremgår af vedlagte tillæg II. Nærværende afsnit beskriver generelt den tagbeklædning, der er besigtiget og den generelle standard.

6.2 Tagbeklædningernes genanvendelighed

Besigtigelsen af de enkelte ejendomme har været visuel og har ikke omfattet udtagning af prøver på de enkelte tagbeklædningsmaterialer. Genanvendeligheden af de enkelte tagbeklædninger er derfor baseret på et skøn, og en endelig vurdering af deres egnethed er foretaget i forbindelse med nedtagningen af den enkelte beklædning og tekniske prøver af denne.

Af de 24 ejendomme er de 11 lokaliseret på Vesterbro, 4 stk. på Nørrebro, 4 stk. på Østerbro, 4 stk. i den centrale del af København og en enkelt i Valby.

Der er således tale om et repræsentativt udsnit af tagbeklædning på typiske københavnske etageejendomme omkring århundredeskiftet 1800-1900.

6.2.1 Tegl

Renoveringsplanerne for ejendommene omfatter oftest total udskiftning af den eksisterende tagbeklædning med nye tegl.

Tagteglenes generelle tilstand er ganske god, men ofte er disse understrøget med mørtel og genanvendeligheden er afhængig af mørtelens beskaffenhed og cementindhold. Muligheden for afrensning kan oftest først vurderes efter nedtagning.

I de tilfælde hvor ejendommen er udført med karnapper, der er ført op i tagkonstruktionen, vurderes den samlede mængde af hele, egnede og genanvendelige tegl at være forholdsvis lille. Dette skyldes, at der her i højere grad er anvendt sten specielt fremstillet til vinkler og hjørner m.v.

I flere tilfælde er der tale om teglbeklædning af glaserede tagtegl. Disse vurderes hovedsagelig, at være i en god stand og dermed velegnede til genanvendelse. Samtidig har glaserede tegl oftest en højere pris, der er større efterspørgsel på genanvendte glaserede tegl og dermed en bedre rentabilitet i oparbejdningen og genanvendelsen.



Figur 3

Eksempel på tagkonstruktion med glaserede tagtegl. Teglene vurderedes til at være i god stand.



Figur 4

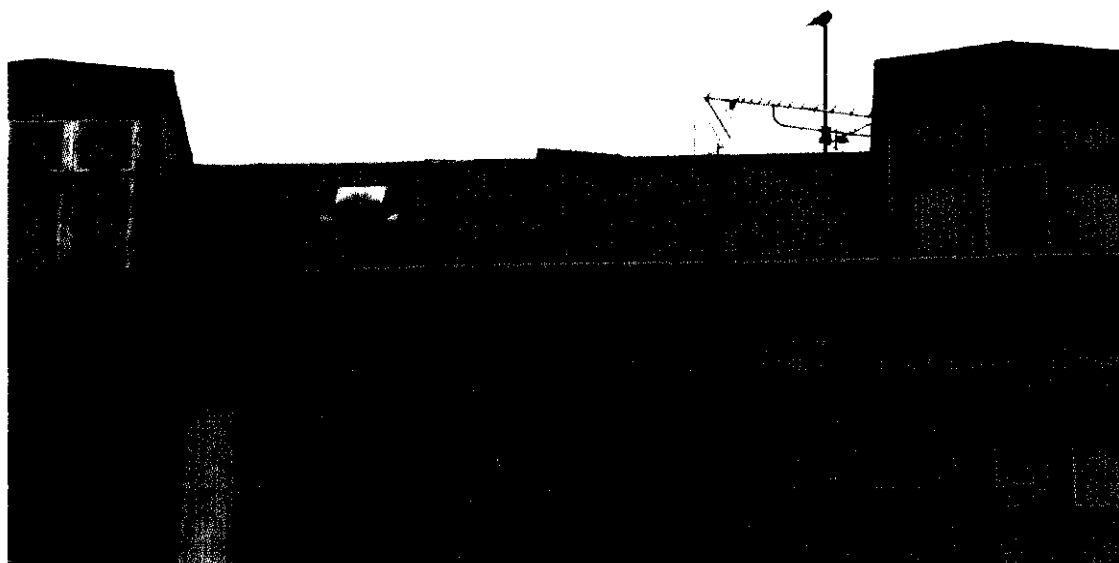
Eksempel på teglsten der er understrøgede med mørtel. Endvideres ses bindetråden af fastgørelsen til taglæggerne.

6.2.2 Skifer

Renoveringsplanerne for de besigtigede ejendomme omfatter som oftest total udskiftning af den eksisterende beklædning med ny skifer.

Det vurderes, at den eksisterende skifers beskaffenhed generelt er af middel kvalitet og, at den er egnet til genanvendelse. Mange steder er der dog foretaget genanvendelse i forbindelse med en tidligere renovering af taget der har bestået i, at vende skiferpladerne om og udfører nye huller og montere dem igen. Det vurderes derfor at den samlede genanvendelighed er påvirket af dette.

Visse ejendomme bærer endvidere præg af manglende generel vedligeholdelse og skiferen vurderes her som generelt dårlig. Det vurderes derfor, at den samlede mængde af skifer til genanvendelse er lille.



Figur 5

Eksempel på tagkonstruktion med skifer. Skiferen vurderedes til at være i god stand.



Figur 6

Eksempel på tagkonstruktion med skifer i dårlig stand. Der anes hvorledes skiferen "spalter" i flager.

6.2.3 Konklusion af besigtigelse

På baggrund af besigtigelsen vurderes den samlede mængde og type af tagbeklædningsmaterialer generelt, at være velegnet til genanvendelse. Materialerne har da også indgået i nærværende projekt og de tilknyttede forsøg hos DTI-Murværkscenteret.

Ejendommens beliggenhed i nærheden af Københavns Hovedbanegård kan ved nærmere eftersyn måske vise sig, at have betydning for skiferens beskaffenhed. Dette kan også få betydning for tagbeklædninger på ejendomme beliggende steder, hvor luftforurening kan påvirke beklædningens beskaffenhed.

I mange tilfælde måtte det konstateres, at tagbeklædningen på gård-siden umiddelbart virkede af ringere kvalitet end mod gadesiden, hvilket bør vurderes i de enkelte tilfælde.

I de tilfælde, hvor der ved en senere renovering er blevet understrøget med cementmørtel på teglene, skønnes mørtelen ikke at indeholde megen cement og derfor uden større betydning for genanvendelsen, og teglbeklædningerne vurderes generelt som egnede til genanvendelse.

I nærværende projekt og i forbindelse med "Det Genanvendte Hus" er tidligere indgået planer om genanvendelse af tagbeklædning fra renoveringen af ejendommene i boligkomplekset Brumleby på Østerbro i København. Det viste sig dog allerede under nedtagning af tagbeklædningen (skifer), at denne var i en sådan forfatning at den måtte vurderes uegnet til genanvendelse, idet den var så nedslidt, at genanvendelsesprocenten ville blive yderst lav og genanvendelsen af tagbeklædningen ville dermed ikke være rentabel.

Derfor er der i tilknytning til byggeriet af "Det Genanvendte Hus" afrenset og oplagret ca. 7500 stk. vingetagsten hos Københavns Kommunes Tekniske Service. Heraf er ca. 4000 stk. anvendt til tagdækning på Det Genanvendte Hus. Herudover er der afrenset og oplagret ca. 20.000 stk. tagsten af forskellig type og fabrikat.

Generelt vurderes det, på grundlag af ovenstående, at tagtegl har et større genanvendelsespotentialer end skifer.



Figur 7
Oplagrede tagtegl af forskellig type til genanvendelse. Tagteglene er oplagrede hos Københavns Kommunes Tekniske Service.



Figur 8
Oplagrede skiferplader til genanvendelse. Skiferen er oplagret hos Københavns Kommunes Tekniske Service.

6.3 Nedrivning af tagbeklædning

Nedtagning af tagbeklædninger skal ske ved selektiv nedrivning for at opnå størst mulighed for genanvendelse.

Det bedst mulige grundlag for genanvendelse af bygningsmaterialer fås ved selektiv nedrivning. Herved forstås, at man forud for og i forbindelse med nedrivningsprocessen, foretager en grundig sortering af nedrivningsprodukterne i fraktioner således, at man undgår at blande materialerne sammen og derved forurene den enkelte materialefraktion.

På grund af det omfattende arbejde, der er forbundet med oprydning og sortering samt adskillelse af de enkelte materialekategorier under oplægning på pladsen og borttransport, er selektiv nedrivning mere tidskrævende og dyrere end almindelig nedrivning. Til gengæld opnås besparelse ved, at man får en bedre kvalitet nedrivningsprodukter, og man undgår eftersortering i forbindelse med genanvendelsesprocesser. Desuden opnår man besparelse i omkostninger til transport og omlæsning.

Det skal endvidere bemærkes, at visse kommuner i dag kræver selektiv nedrivning af bygninger og kildesortering af nedrivningsmaterialerne. Endvidere vurderes det i fremtiden i højere grad også, at blive et krav fra bygherrenes side, i lighed med de krav der stilles i udbudsmaterialet fra Byfornyelsesselskabet København, jf. tillæg I.

I forbindelse med selektiv nedrivning af tagbeklædning udføres dette bedst ved håndarbejde. I praksis således, at ved tagtegl overlippes bindetrådene og stenene oplægges i passende stabler til senere nedbæring eller nedhejsning. For skiferens vedkommende slås sømmene, de er fastmonteret med, ud med fx spidshammer, og de oplægges med henblik på nedbæring eller nedhejsning.

6.4 Klassificering, prøver og godkendelse af tagmaterialer

DTI-Murværkscenteret har foretaget prøver og klassificering af udvalgte emner af tagtegl, der er afrenset hos Københavns Kommunes Tekniske Service. De udførte undersøgelser fremgår af tillæg III. Øvrige undersøgelser vedr. afrensning forarbejdning m.v. er udført hos Københavns Kommunes Tekniske Service.

6.4.1 Holdbarhed

Tegl

Langt de fleste genbrugstagsten har bestået deres frostfasthedsprøve ved i mange år, at være udsat for det danske klima. Dette er i sig selv ikke altid nok. Specielt skal man være opmærksom på, at ved moderne tagkonstruktioner, som bliver isoleret langt bedre end før, kan genbrugssten komme til at ligge i et meget hårdere miljø, specielt hvis de hidtil har ligget over en beboet tagetage med dårlig eller slet ingen isolering.

Mistænkelige tagstens frostfasthed kan gives ved hjælp af frostfastheds-prøvning efter DS 167.

Tagtegl's holdbarhed kan endvidere være begrænset af revner og kalkspringere. Dette kan afsløres ved klangen af stenene, når man slår let på dem. Tagsten med revner skal kasseres.

Gamle tagstens vandgennemtrængelighed er der normalt ingen problemer med, idet porerne med tiden er lukket. Desuden vil de sandsynligvis blive placeret over et undertag i den nye konstruktion, så et eventuelt problem ikke får nogen praktisk betydning.

Desuden skal det nævnes, at algevækst og salte kan virke nedbrydende på tagsten, idet tagstenene kan blive udsat for afmeling. Eventuel mistanke om afmeling bør undersøges nærmere.

Det kan konkluderes, at tagtegl generelt ikke volder konditionsmæssige problemer og der er derfor ikke større vanskeligheder med genanvendelse af tagtegl.

Skifer

Med hensyn til skifer må det konstateres, at der sandsynligvis er en aldersmæssig begrænsning på skiferens holdbarhed, samt at det miljø skifer tidligere har ligget i kan have betydning for holdbarheden.

Med henblik på genanvendelse af tagbeklædning fra renoveringen af ejendommene i boligkomplekset Brumleby på Østerbro i København måtte man konstatere allerede under nedtagning af skifertagbeklædningen, at denne var i en sådan forfatning, at den måtte kasseres som uegnet til genanvendelse.

Endvidere er det hos Københavns Kommunes Tekniske Service, i forbindelse med renovering af Øksnehallen i den Brune Kødbý på Vesterbro, blevet konstateret, at alderen kan have indflydelse på kvaliteten af skiferen, samt at skiferens tidligere miljø har betydning for holdbarheden. I forbindelse med genanvendelse af ca. 100 år gammel skifer stammende fra en ejendom tæt beliggende ved Københavns Hovedbanegård, ønskede man at tilklippe den gamle skifer til såkaldte "Bæverhaler", men det konstateredes at genanvendelsesprocenten slutteligt blev på kun 5%.

6.4.2 Fastgørelse af tagbeklædning

Tegl

Tagsten af ældre dato var fastgjort til lægterne på en anden måde end nutidens tagsten. Det var almindeligt, at de var bundet til lægterne med ståltråd fastgjort med søm.

I dag fastholdes tagstenene med specialbindere for hver tredje tagsten i tagfladen og for hver tagsten i kanterne.

Det kan derfor være et spørgsmål om den binding, der oprindeligt var påtænkt, bør foretages ved genanvendelse, da det har vist sig, at ståltråden på grund af sin ringe tykkelse kan tæres væk på få år.

Det må derfor i stedet overvejes, om der til disse tagsten kan anvendes en form for kramper. På markedet forefindes forskellige former for kramper, der kan anvendes til såvel fals- som vingetagsten.

Da tagsten ikke som førhen understryges med mørtel, stilles der større krav til vindskævhed og målfasthed. Det samme vil derfor

være gældende for genbrugssten, der oplægges efter nutidens metoder. Er tagsten ikke rette eller er der for store tolerancer med hensyn til deres mål, kan de i hård blæst ligge og klapre til stor gene for beboerne.

Det skal tilføjes, at der til de røde falstagsten, mærket Borup (se efterfølgende afsnit 6.4.4), bør benyttes en sidefalsbinder og til de røde vingetagsten, mærket Ganløse, bør benyttes en nakkebinder (kramper). Til oplægning af de genanvendte vingetagsten på Det Genanvendte Hus anvendtes løsningen med nakkebindere.



Figur 9

Det Genanvendte Hus under opførelse. De genanvendte tagtegl leveredes på Euro-paller til direkte oplægning på tagkonstruktionen.

Skifer

I forbindelse med opførelse af demonstrationsprojektet "Genbrugshuset i Odense" blev tidligere 14" skiferplader renskåret til nye 12" plader.

De genanvendte skifer monteredes som på sædvanligvis med tag-søm, der islås direkte. Såfremt det er muligt bør gamle huller anvendes.

Da der normalvis i dag anvendes undertag ved renovering af nye tagkonstruktioner kræves der ingen understrykning af skiferpladerne.

6.4.3 Afrensning

Alle arbejder i forbindelse med rensning og forarbejdning af tagbeklædningsmaterialer er udført af Københavns Kommunes Tekniske Service.

Tegl

Understrykning eller lukning af huller mellem tagstenene har været udført med kalkmørtler, kalkmørtler iblandet fæhår, hydrauliske kalkmørtler, kalkcementmørtler, skumprodukter og forskellige specialklistre. For langt de fleste tagsten til genanvendelse vil der blive tale om afrensning af kalkmørtler og kalkcementmørtler. Der kan forekomme falstagsten, der ikke har været understrøget, og som derfor ikke kræver afrensning.

Afrensningsmetoderne har været manuel afrensning af bla. mørtelrester og højtryksspuling med vand. I forbindelse med højtryksspuling er støvet bundet i vandet, der dog til gengæld optræder som forstøvet vand. Der skal her gøres opmærksom på, at der i denne forbindelse kræves både åndedrætsværn og øjenbeskyttelse.

Skifer

Skiferplader til genanvendelse kan højtryksspules for fjernelse af forskellige former for overfladesnavs som fx algevækst og forureningsbelægninger. Generelt er skifer ikke belagt med megen belægning der kræver afrensning.

6.4.4 Materialeprøvning

Tegl

De til prøvningerne på DTI-Murværkscenteret anvendte tagsten blev afhentet hos Københavns Kommunes Tekniske Service.

Der blev foretaget materialetekniske undersøgelser af tagsten fra 8 forskellige teglværker som fordeler sig således:

Type:	Teglværk:
Røde falsteglsten	Borringe
	Lysbro
	Dannevalde
	Borup
	Frederiksholm
	Humblebæk
	Nivågård

Ud fra de i alt 25 tagstensundersøgelser der udførtes på DTI-Murværkscenteret er middeltallet for tagstenenes densitet fundet til at være 1.899 kg/m³ og middeltallet for vandoptagelse ved 2 døgn vandlagring er fundet til at være 24 rum%.

Samtlige undersøgte gamle tagstens densitet og vandoptagelse ligger i normalområdet for nyere danske tagsten. Tagstenene er fundet til at have en meget stor tæthed, hvilket må tillægges, at de gamle teglstens porer efterhånden er blevet tilstoppede. Samtlige afprøvede teglsten bestod DS 167, Den Danske Frostfastheds-prøvning.

Skifer

Som tidligere anført har skifer nogle begrænsninger i forbindelse med genanvendelse.

Kendetegnene for skifers alder og konditionsmæssige tilstand er ved en visuel kontrol, at konstatere om skiferen spalter i "flager". Såfremt dette er tilfældet er den ikke egnet til genanvendelse. Det har ikke kunnet konstateres om skiferens oprindelsessted har betydning for holdbarheden. Såfremt skiferen konstateres egnet til genanvendelse kan den, såfremt det er muligt, genanvendes direkte uden anden behandling end afrensning af overfladesnavs. En anden mulighed er, at tilskære skiferen til nye dimensioner.

I forbindelse med opførelse af demonstrationsprojektet "Genbrugshuset i Odense" blev tidligere 14" skiferplader renskåret til nye 12" plader. De genanvendte skifer monteredes som på sædvanligvis med tagsøm.



Figur 10.
Genbrugshuset i Odense. Tagbeklædningen er udført med genanvendte skiferplader

Genanvendelse af skiferplader beror endvidere på pladernes fysiske tilstand og udseende. Ved nedtagning af skiferplader må det vurderes hvorvidt de kan genbruges direkte med de eksisterende sømhuller eller om de skal nedskæres til en mindre dimension og i hvilket omfang dette er rentabelt. Endvidere skal det vurderes i hvilket omfang der skal foretages en overflade rengøring af skiferen for fjernelse af fx algebelægninger.

6.5 Registrering af rensning og forarbejdning

Tegl

Der er foretaget registrering af metoder og tidsforbrug i forbindelse med rensning og forarbejdning af tagtegl hos Københavns Kommunes Tekniske Service. Arbejdet blev udført som led i et kommunalt beskæftigelsesprojekt.

Rensningen af tagsten er foretaget i henhold til følgende procesbeskrivelse:

1. Aflæsning, visuel grovsortering
2. Manuel afrensning af evt. større mørtelrester
3. Højtryksspuling, om nødvendig damprensning
4. Mellemsortering (visuel), klangprøve
5. Sortering efter mål
6. Palletering - registrering
7. Klargøring af rester, genbrug (knusning)

Ud fra ovenstående er timeforbrug og omkostningsvurdering anslået ud fra følgende forudsætninger.

- Mandskabssammensætning: 1 instruktør + 5 mand
- Mulighed for kontinuert proces

I den ressourcemæssige registrering er der af praktiske årsager **ikke** medtaget:

- Transport til og fra renseri
- Energiforbrug
- Vandforbrug

Selektiv nedrivning

I forbindelse med nedtagning af tagtegl er det registrerede tidsforbrug opgjort til 0,20 time pr. m², svarende til ca. 0,01 time (0,8 min.) pr. sten v. 15 stk/m².

I henhold til V&S Byggedata, Prisbog Miljø 1994, er de samlede omkostninger til selektiv nedrivning af tagtegl opgjort til ialt kr. 31,55 pr. m² ved 100 m², for nedtagning og deponering på nedrivningspladsen. Ved et antal på 15 stk/m² giver dette en gennemsnitspris på kr. 2,10 pr. stk.

Oparbejdning

Beregnet procestime (prisniveau 1993):

1. instruktør, løn incl. sociale ydelser:	kr. 154,12
5. mand	<u>kr. 568,86</u>
I alt:	<u>kr. 722,98</u>

Præstation pr. procestime: 300 stk. tagsten,
svarende til en forarbejdningsomkostning pr. sten på kr. 2,41.

Sammenholdes prisen for nedtagning og oparbejdning af tagsten fås en samlet pris på ialt kr. 4,51 pr. sten (excl. transportomkostninger).

Til sammenligning blev der indhentet priser pr. november 1992 fra murerlageret hos Københavns Kommunes Tekniske Service (excl. moms):

Falssten:	nye	kr. 5,28
	brugte	kr. 6,80
Vingetagsten:	nye	kr. 6,24
	brugte	kr. 5,29

I henhold til V&S Byggedata, Prisbog Miljø 1994, er de samlede omkostninger til selektiv nedrivning af tagtegl og oparbejdning opgjort til ialt kr. 80,40 pr. m² ved 100 m², svarende til kr. 5,36 pr. sten v. 15 stk/m².

På grundlag af ovenstående vurderes det at være muligt at opretholde en produktion af rensning og forarbejdning af tagsten til genanvendelse og holde prisniveauet for de genanvendte tagsten til under prisen for nye sten, eller til et konkurrencemæssigt prisniveau, selvom der indregnes omkostninger for transport, energiforbrug og vandforbrug.

Skifer

Skiferplader til genanvendelse kan i lighed med tagtegl højtryksspules for fjernelse af forskellige former for overfladesnavs som fx algevækst og forureningsbelægninger.

Tilskæring af skiferplader kan i visse tilfælde være vanskelig og tidskrævende. På Københavns Kommunes Tekniske Service konstateredes det, i forbindelse med tilklipning af genanvendte skiferplader til nye "Bæverhaler", at dette kun kunne udføres i hånden, hvilket er en meget tidsrøvende proces og ikke kan betragtes som særlig rentabelt.

Den enkleste og mest rentable form for genanvendelse af skiferplader er, at anvende dem afrensede, men uændrede i dimension.

Tilklipning af fx 14" plader til 12" plader kan sandsynligvis også udføres rentabelt.

6.6 Arbejdsmiljø

Alle arbejder i forbindelse med rensning og forarbejdning af tagbeklædningsmaterialer er udført i henhold til arbejdsmiljøreglerne og godkendt af Københavns Kommunes Tekniske Services interne sikkerhedsorganisation.

Afrensningsmetoderne har været manuel afrensning af bla. mørtelrester og højtryksspuling med vand.

Den største arbejdsmiljømæssige belastning er i forbindelse med den støvdannelse der opstår ved afrensning af mørtel. Dette er især gældende ved den manuelle afrensning af mørtelen. Dette kan afhjælpes med såkaldt lokalsug og ved, at den enkelte bærer personbeskyttelse i form af støvmaske eller lignende.

I forbindelse med højtryksspuling er støvet bundet i vandet, der dog til gengæld optræder som forstøvet vand. Der kræves i denne forbindelse både åndedrætsværn og øjenbeskyttelse.

I forbindelse med højtryksspuling er der tale om anvendelse af maskinelt udstyr der kan give hånd-arm vibrationer der i givet fald kan forårsage person skader.

Til begrænsning af eventuelle vibrationspåvirkninger kan der foretages visse foranstaltninger som fx

- Montering af vibrationsisolerende håndtag. Disse består af en hård plastkappe, der med gummielementer er isoleret fra en central aksel.
- Vibrationsisolerende handsker, der er tykke og forholdsvis bløde, har en vis virkning ved brug af hurtigt roterende værktøj.
- Andre foranstaltninger som fx en begrænsning af den daglige tid, den enkelte bruger det pågældende værktøj.

Anvendelse af højtryksspuling til afrensning af tagbeklædninger kræver kun anvendelse af udstyr af mindre format og styrke og der vurderes derfor ikke, at være særlige arbejdsmiljøproblemer forbundet med afrensning og oparbejdning af tagbeklædningsmaterialer til genanvendelse, sammenlignet med almindeligt arbejde med fx kalk- og cement produkter og afrensning af andre genanvendelsesprodukter.

6.7 Beskæftigelsesmæssige ressourcer

Der er foretaget besigtigelse og udpegning af københavnske ejendomme, der står foran renovering af klimaskærm (i forbindelse med byfornyelse), herunder udskiftning af eksisterende tagbeklædning med ny, med henblik på genanvendelse af den udskiftede tagbeklædning i kommunalt regi.

Som tidligere anført er der afrenset og oplagret ca. 7.500 stk. vingetagsten hos Københavns Kommunes Tekniske Service. Herudover er der afrenset og oplagret ca. 20.000 stk. tagsten af forskellig type og fabrikat. I alt ca. 27.500 tagsten.

Med en mandskabssammensætning som tidligere anført på 1 instruktør + 5 mand og en præstation på 300 sten pr. time svarer dette til samlet 550 mandtimer.

På grundlag af Byfornyelsesselskabet Københavns opgørelser kan der forventes udskiftet ca. 64.000 m² tagplader alene i forbindelse med byfornyelsen af de 22 karéer på Vesterbro i København. Heraf kan der forventes 40% tegl, svarende til ca. 25.600 m², og 15% ren skifer, svarende til 9.600 m². De ejendomme, der renoveres i forbindelse med byfornyelsen, er primært opført ved århundredeskiftet.

Med hensyn til teglsten svarer de ca. 25.600 m² til ca. 384.000 stk. tagsten (v. 15 stk/m²). Ved en forarbejdningsproduktion på 300 stk. pr. time v. 6 mand, giver dette ca. 7.680 mandtimer alene til afrensning og forarbejdning af tagsten fra Vesterbro.

7 Sammenfatning og konklusioner

Nærværende rapport påviser, at tagbeklædningsmaterialet tagtegl er velegnet til genanvendelse, og der kan opnås en høj genanvendelsesprocent.

Med hensyn til genanvendelse af skifer må det på det foreliggende grundlag påregnes at genanvendelsesprocenten, i sammenligning med tegl, bliver af en mindre størrelse.

En forudsætning for gode tagmaterialer til genanvendelse er, at de nedtages nænsomt og i forbindelse med nedrivning bør det ske i form af selektiv nedrivning. Dette er i dag krav og normal praksis i visse kommuner.

Fastgørelse af de genanvendte tagbeklædninger vurderes ikke, at være noget problem. Dette kan for genanvendte tagtegl ske ved anvendelse af kramper og for skifers vedkommende på traditionel vis med tagsøm.

Afrensning af tagmaterialer er relativt enkelt og kræver blot bygningsmæssige faciliteter, hvor der kan udføres "beskidt" arbejde. Endvidere skal der anvendes forskriftsmæssig personbeskyttelse.

Arbejds miljømæssigt vurderes afrensning og forarbejdning af tagmaterialer ikke at give anledning til særlige arbejdsmiljømæssige problemer.

Forudsætninger, metoder og kontrol for nedrivning og genanvendelse af tagbeklædninger fremgår af fig. 11.

Genanvendelse af tagbeklædning, kriterier og parametre		
Aktivitet:	TEGL	SKIFER
KLASSIFICERING	Aldersbestemmes vis muligt. Visuel kontrol, revner, frostfasthed m.v. Klangprøve, revner og kalkspringere. Ved tvivlstilfælde foretages laboratorieundersøgelse.	Aldersbestemmes vis muligt. Visuel kontrol, revner, spaltning, frostskeer m.v. Evt. foretages en prøveklipping og montering. Ved tvivlstilfælde foretages laboratorieundersøgelse.
NEDTAGNING	Nedtages selektivt. Gamle bindetråd overlippes. Evt. mørtel løsnes og teglene nedtransporteres afhængigt af omstændigheder	Nedtages selektivt. Gamle monteringsøm udtages og plader nedtransporteres afhængigt af omstændigheder
SORTERING	Sorteres efter type og størrelser/dimensioner	Sorteres efter størrelser og evt. antal gamle sømhuller
OPARBEJDNING	Afrensning af overflade snavs og mørtelrester m. håndkraft ell. v. højtryksspuling.	Afrensning af overfladesnavs m. håndkraft ell. v. højtryksspuling. Tilklippes (vis nødvendigt) mindre standard dimension.
GENANVENDELSE/ MONTERING	Monteres evt. som traditionelt med trådbindere. Monteres med kramper, nakkebindere ell. sidefalsbindere. Bemærk at de kan ligge i et hårdere miljø end tidligere.	Oplægges og monteres som traditionelt med søm. Bemærk at de kan ligge i et hårdere miljø end tidligere.

Fig. 11.
Kriterier og parametre for genanvendelse af tagbeklædningsmaterialerne tegl og skifer.

Materielemæssigt er det påvist, at de undersøgte genanvendte tagstens densitet og vandoptagelse ligger i normalområdet for nyere danske tagsten samt at de er frostfaste. Med hensyn til skiferen må der som sagt påregnes en større spildprocent, men demonstrationsprojektet "Genbrugshuset i Odense" har bevist, at skifer er et genanvendeligt materiale.

Med hensyn til de ressourcemæssige omkostninger i forbindelse med afrensning og forarbejdning af tagbeklædningsmaterialer til genanvendelse, vurderes det, at dette vil kunne etableres som en rentabel proces med et slutprodukt, der økonomisk kan konkurrere med nye tagmaterialer.

På grundlag af Byfornyelsesselskabet Københavns opgørelser kan der forventes udskiftet ca. 64.000 m² tagplader i forbindelse med byfornyelsen på Vesterbro i København. Heraf kan der forventes 40% tegl, svarende til ca. 25.600 m², og 15% ren skifer, svarende til 9.600 m².

Med hensyn til teglsten svarer de ca. 25.600 m² til ca. 384.000 stk. tagsten (v. 15 stk/m²). Ved en forarbejdningsproduktion på 300 stk. pr. time v. 6 mand, giver dette ca. 7.680 mandtimer alene til afrensning og forarbejdning af tagsten fra Vesterbro.

I følge oplysninger fra Danmarks Statistik blev der i 1991 opført mere end 600.000 m² nybyggeri alene med tagbeklædningsmateriale af tegl. Dette svarer til ca. 15% af det samlede nybyggeri. På en del af dette nybyggeri kunne der have været anvendt genanvendte tagtegl.

På grundlag af ovenstående må det vurderes, at der er et godt grundlag og gode muligheder for etablering af et permanent genanvendelsessystem for tagbeklædningsmaterialer.

Tillæg I

Notat om genbrug af tegl/skifer

Byfornyelsesselskabet København



Notat om genbrug af tegl/skiffer:

Afsnit A og B indføres i særlige betingelser i byggesager, hvor genanvendelse er mulig.

Som det er Dem bekendt er nærværende renoveringsopgave igangsat med Københavns Kommune som ejere og Rådhus- og Ejendomsforvaltningen som ansvarlig for den daglige drift.

I overensstemmelse med Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 118 af 23. februar 1989 og med det af borgerrepræsentationen den 21. marts 1991 vedtagne Affaldsregulativ er det besluttet at gøre en indsats for genbrug af byggematerialer også i renoveringssammenhæng.

Intentionerne med nærværende er at genanvendelige tagsten - tagskifre nedtaget fra kommunale ejendomme sorteres, renses og klargøres til nyoplægning af unge arbejdsløse/langtidsledige og derefter genoplægges på kommunale ejendomme.

A:

Ovennævnte beslutning får følgende betydning for nærværende entreprise:

Eksisterende HELE tagsten - tagskifre nedtages forsigtigt og placeres på paller leveret af Teknisk Service ved stilladset, hvortil lastbiltransport skal være mulig.

Halve - beskadigede tagsten og skifre placeres i containere og deponeres efter affaldsregulativets anvisninger.

B:

Genoplægning af rensede tegl og skifre:

I nærværende projekt er det besluttet at genbrugstegl/skiffer til tagbeklædning leveres som bygherreleverance.

De bydende er forpligtet til at orientere sig ved besigtigelse af genbrugstegl på Teknisk Services lager, HT garagen, Valby Langgade, hvor Fl. Bang kan fremvise lageret.

Bygherren har i samarbejde med Kalk og Tegllaboratoriet sikret sig teglenes genanvendelighed. Teglene leveres sorteret i størrelser, sorteringskriterier oplyses af hensyn til lægning.

Ansvar for teglleverancen overtages mod kvittering ved vognsidede på byggepladsen. Som referance for oplægning af genbrugstegl kan bl.a. nævnes ing. Jørgen Markussen, FSB, nybyggeri af 31 ungdomsboliger i Fredericiagade.

For afgivelse af konditionsmæssigt tilbud skal ovennævnte betingelser opfyldes.

bjp0001.93

/gh

13. januar 1993

Tillæg II

Notat vedr. besigtigelse af tagbeklædning
på udpegede ejendomme til reovering

DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S

Vedr.: Besigtigelse af tagbeklædninger på udpegede ejendomme i København der skal renoveres.

Nedenstående omhandler de enkelte ejendomme, tagtyper samt materialer og renoveringsomfang af tag. Alle renoveringer forventes påbegyndt 1. maj 1993.

-
1. Adresse: Ny Carlsbergvej 4
Konstruktion: Københavnertag
Tagbeklædning: Sort-glaserede tegl (god stand)
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med (sandsynligvis) røde genbrugstegl.
Genanvendelighed: Middel
-
2. Adresse: Flensborggade 36-38
Konstruktion: Sadeltag
Tagbeklædning: Sort-glaserede tegl (god stand)
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med (sandsynligvis) røde genbrugstegl.
Genanvendelighed: Middel
-
3. Adresse: Stampesgade 7/Colbjørnsensgade 25
Konstruktion: Københavnertag
Tagbeklædning: Natur skifer
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med ny skifer
Genanvendelighed: God
-
4. Adresse: Istedgade 96-98, 100-102, 106-108
Konstruktion: Københavnertag
Tagbeklædning: Skifer
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med ny skifer
Genanvendelighed: Middel
-
5. Adresse: Vesterbrogade 103/Enghavevej 2
Konstruktion: Københavnertag
Tagbeklædning: Skifer
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med ny skifer
Genanvendelighed: Ringe

6. Adresse: Arkonagade 19-21
Konstruktion: Københavnertag
Tagbeklædning: Skifer
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med ny skifer
Genanvendelighed: Ringe til middel
-
7. Adresse: Esbern Snaresgade 16-18
Konstruktion: Københavnertag
Tagbeklædning: Skifer
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med ny skifer
Genanvendelighed: Ringe til middel
-
8. Adresse: Enghave Plads 14-16
Konstruktion: Sadeltag (trampelkonstrukt.)
Tagbeklædning: Sort-glaserede tegl (understrøgne)
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med nye tegl
Genanvendelighed: God
-
9. Adresse: Haderslevsgade 16
Konstruktion: Sadeltag (trampelkonstrukt.)
Tagbeklædning: Sort-glaserede tegl (understrøgne)
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med nye tegl
Genanvendelighed: Middel
-
10. Adresse: Enghave Plads 20
Konstruktion: Sadeltag (trampelkonstrukt.)
Tagbeklædning: Sort-glaserede tegl (understrøgne)
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med nye tegl
Genanvendelighed: God
-
11. Adresse: Østerbrogade 148/Vordingborggade 1
Konstruktion: Københavnertag
Tagbeklædning: Skifer
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med ny skifer
Genanvendelighed: Middel

12. Adresse: Nr. Farimagsgade 84/Gothersgade 153
Konstruktion: Københavnertag
Tagbeklædning: Eternit-skifer
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med ny skifer
Genanvendeligh: Ingen
-
13. Adresse: Ravensborggade 13
Konstruktion: Sadeltag
Tagbeklædning: Tegl, understrøget med mørtel, sands. cement.
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med ny tegl
Genanvendelighed: Middel
-
14. Adresse: Ravensborggade 15
Konstruktion: Sadeltag
Tagbeklædning: Natur skifer
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med ny skifer
Genanvendelighed: Middel
-
15. Adresse: Borgergade 91
Konstruktion: Nyt tag
Tagbeklædning:
Bemærkninger: Skal ikke udskiftes
Genanvendelighed: Uaktuel
-
16. Adresse: Sankt Pauls Gade 14
Konstruktion:
Tagbeklædning: Eternit-skifer
Bemærkninger: Skal ikke udskiftes
Genanvendelighed: Uaktuel
-
17. Adresse: Vedbækgade 4 + 8-10
Konstruktion: Sadeltag
Tagbeklædning: Skifer
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med ny skifer. Et enkelt tag er nyt
Genanvendelighed: Middel

18. Adresse: Skodsborggade 17/Nordbanegade 26
Konstruktion: Københavnertag
Tagbeklædning: Skifer
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med ny skifer
Genanvendelighed: Middel (Gårdside: Ringe)
-
19. Adresse: Rughavevej 11/Skolegade 13A-B
Konstruktion: Københavnertag
Tagbeklædning: Skifer
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med ny skifer
Genanvendelighed: Middel
-
20. Adresse: Ndr. Frihavns­gade 43-43A
Konstruktion: Københavnertag
Tagbeklædning: Skifer
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med ny skifer
Genanvendelighed: Middel
-
21. Adresse: Ndr. Frihavns­gade 63-65
Konstruktion:
Tagbeklædning: Nyt tag
Bemærkninger:
Genanvendelighed: Uaktuel
-
22. Adresse: Nansensgade 53-55
Konstruktion:
Tagbeklædning: Eternit/Skifer
Bemærkninger: Beklædningen skal udskiftes med ny skifer
Genanvendelighed: Ingen
-
23. Adresse: Odensegade 20
Konstruktion:
Tagbeklædning: Glaserede tegl
Bemærkninger: Kun istandsætning af eksisterende beklædning
Genanvendelighed: Ingen
-

Tillæg III

Genbrug af tegltagsten
Rapport

DTI-Murværkscenteret



teknologisk

GENBRUG AF TEGLTAGSTEN

MURVÆRKSCENTRET 1994

1. Forord.

I forbindelse med projekt "Det Genanvendte Hus" i Korsgade, København skal der til tagbeklædningen anvendes genbrugstegl.

I den forbindelse har det vist sig formålstjenlig at undersøge forskellige gamle teglsten og deres egnethed til genoplægning.

Undersøgelsen er en del af et større projekt omhandlende afrensningsmetoder og genanvendelse af tagbeklædning.

2. Indledning og problematik.

Gamle tagsten bør generelt have samme fysiske egenskaber som nye. Der er imidlertid flere forhold, der bør undersøges inden gamle tagsten genanvendes.

Et af de forhold er:

Holdbarhed.

Overvejelser om de brugte tagstens holdbarhed bør især medtage problematikken omkring frostfasthed.

Langt de fleste genbrugstagsten har bestået ders frostfasthedsprøve ved i mange år at være udsat for det danske klima. Der kan dog være tilfælde, hvor det i sig selv ikke er nok. Det kan skyldes, at genbrugsstenene har ligget i et beskyttet miljø i forhold til det miljø de vil blive placeret i. Her tænkes specielt på, at tagkonstruktioner i dag bliver isoleret langt bedre end de blev før hen. Dette gør, at genbrugsstenene kan komme til at ligge i et meget hårdere miljø, specielt hvis de hidtil har ligget over en beboet tagetage med dårlig eller slet ingen isolering.

Er der frostskader på nogle af tagstenene bør man være forsigtig med at genanvende de pågældende tagsten. Det gælder ligeledes hvis nogle af tagstenene er udskiftet. Mistænkelige tagsten er frostfaste kan gives ved hjælp af en frostfasthedsprøvning efter DS 167.

Af andre forhold for holdbarheden kan nævnes revner og kalkspringere.

Revner afsløres ved klangen af tagstenene, når man slår let på dem med en hammer.

Tagsten med revner skal kasseres.



Tagsten med kraterformede fordybninger bør kasseres.

Det bør også nævnes, at algevækst og salte kan virke nedbrydende på tagsten, idet tagstenene kan blive udsat for afmeining. Er der mistanke om afmeining af tagstenene, bør de undersøges nærmere.

Gamle tagstens vandgennemtrængelighed er der normalt ingen problemer med, idet porerne med tiden er blevet lukket. Desuden vil de sandsynligvis blive placeret over et undertag, så et eventuelt problem ikke får nogen praktisk betydning.

Fastgørelse af tagsten.

Tagsten af ældre dato var fastgjort til lægterne på en anden måde end nutidens tagsten.

Det var meget almindeligt, at tagstenene var bundet til lægterne med ståltråd fastgjort med søm. Det anslås, at ca. hver femte tagsten var bundet på den måde. Efter bindingen blev tagsten understrøget med mørtel, således at der var sikret mod regn og fygesne. Understrygningen var samtidig med til at fastholde tagstenene.

I dag fastholdes tagstenene med specialbindere for hver tredje tagsten i tagfladen og for hver tagsten i kanterne, og de lægges som regel over et vind- og vandtæt undertag, således at understrygning er unødvendig.

Det kan derfor være et spørgsmål, om den binding, der oprindeligt var påtænkt, bør foretages ved genanvendelse i og med, at det må frarådes at binde tagstenene med ståltråd, da det har vist sig, at den på grund af sin ringe tykkelse kan tæres væk på få år. De gamle tagstens binderknaster var sandsynligvis udformet på en sådan måde, at moderne bindere ikke kan bruges. Til disse tagsten må det vurderes om kramper kan anvendes. På markedet findes forskellige former for kramper, der kan anvendes til såvel fals- og vingetagsten.

Det bør i hvert enkelt tilfælde vurderes, eventuelt ved hjælp af forsøg, hvor godt de pågældende tagsten kan fastholdes ved hjælp af bindere eller kramper.

Til fastgørelsesproblematikken hører også at undersøge om nakkeknasten er hel og ubeskadiget.

Da tagsten i dag ikke understryges som før hen, stilles der større krav til vindskævhed og målfasthed. Det samme vil derfor gælde genbrugstagsten, der oplægges efter nutidens metoder.

Er tagsten ikke rette eller er der for store tolerancer med hensyn til deres mål, kan de i hård blæst ligge og klapre til store gene for beboerne.



Afrensning af tagsten.

Understrygning eller lukning af huller mellem tagstenene har været udført med kalkmørtler, kalkmørtler iblandet fæhår, hydrauliske kalkmørtler, kalkcementmørtler, skumprodukter og forskellige specialklister.

For langt de fleste tagsten til genbrug vil der blive tale om afrensning af kalkmørtler og kalkcementmørtler. Der kan forekomme falstagsten, der ikke har været understrøget, og som derfor ikke kræver afrensning.

Det er vigtigt, at al mørte fjernes fra genbrugstagstenen, dels fordi mureren ikke skal få ødelagt sine fingre under oplægningen dels fordi tagstenene skal slutte så tæt så muligt.

3. Materialer.

De til prøvningerne anvendte tagsten blev afhentet hos Københavns kommunes Tekniske Service på Amager den 28. april 1993.

Der blev på MUC modtaget tagsten fra 8 forskellige teglværker til prøvning.

Tagstenenes type, produktionsstedet, antal tagsten der er til rådighed, samt antal tagsten udtaget til prøvning er indført i Tabel 1.

Tabel 1: Tagstenenes type og hvor de er produceret, antal udtaget til prøvning samt beholdning

Rekvirentens oplysninger		MUC oplysninger		
Tagstenstype og producent	Tagstens-beholdning stk.	Serie nr.	Antal til prøvning stk.	Fig. nr. *)
Røde falstagsten - Borringe	1.831	A	6	1
Røde falstagsten - Lysbro	1.762	B	6	2
Røde falstagsten - Dannevalde	88	C	5	3
Røde falstagsten - Borup	21.818	D	6	4
Røde vingetagsten - Ganløse	7.733	E	7	5
Røde falstagsten - Frederiksholm	739	F	6	6
Røde falstagsten - Huniebæk	130	G	3	7
Røde falstagsten - Nivågård	ikke oplagt	H	1	8

*) Henviser til fotos i bilag 1 i denne rapport.



4. Prøvninger.

Der blev foretaget følgende prøvninger:

- 4.1 Bestemmelse af tagstenenes densitet og vandoptagelse ved 2 døgns vandlagring.**
./ Den anvendte prøvningsmetode er beskrevet i bilag 3. De fundne resultater er indført i efterfølgende tabeller 2-9.
- 4.2 Bestemmelse af tagstenenes vandgennemtrængelighed.**
Prøvningen blev udført som beskrevet i Dansk Standard DS 167.
./ Den anvendte prøvningsmetode er beskrevet i bilag 4. De fundne resultater er indført i efterfølgende tabel 10 og 11.
- 4.3 Bedømmelse af Tagstenenes frostfasthed.**
Prøvningen blev udført som beskrevet i Dansk Standard DS 167.
./ Den anvendte prøvningsmetode er meddelt på side 10.
- 4.4 Bestemmelse af tagstenenes dækbredde.**
Tagstenenes dækbredde blev bestemt som anvist i Murerfagets byggeblad nr. 33, januar 1991 "Vejledning vedrørende oplægning af tegitage".
./ Uddrag af vejledningen er kopieret i bilag 6.
- 4.5 Bestemmelse af lægteafstand.**
Tagstenenes lægteafstand blev bestemt som anvist i Murerfagets byggeblad nr. 33, januar 1991 "Vejledning vedrørende oplægning af tegitage".
./ Uddrag af vejledningen er kopieret i bilag 7.
- 4.6 Undersøgelse af anvendelige tagstensbindere.**



5. Prøvningsresultater.

5.1 Bestemmelse af tagstenenes densitet og vandoptagelse ved 2 døgns vådlagring. De fundne resultater er indført i tabellerne 2-9.

Tabel 2. Serie A, røde falstagsten fra Borringe.

Tagsten nr.	densitet i tør til- stand kg/m ³	Teglmassens vandoptagelse ved 2 døgns vandlagring	
		rum%	vægt%
A1	1985	18	9
A2	1905	21	11
A3	1910	22	12
A4	1905	22	12
A5	1881	23	12
A6	1937	21	11
Middel	1920	21	11

Tabel 3. Serie B, røde falstagsten fra lysbro.

Tagsten nr.	densitet i tør til- stand kg/m ³	Teglmassens vandoptagelse ved 2 døgns vandlagring	
		rum%	vægt%
B1	1790	25	14
B2	1787	25	14
B3	1775	25	14
B4	1797	24	13
B5	1802	23	12
B6	1809	23	13
Middel	1793	24	13



Tabel 4. Serie C. røde falstagsten fra Dannevalde.

Tagsten nr.	densitet i tør til- stand kg/m ³	Teglmassens vandoptagelse ved 2 døgns vandlagring	
		rum%	vægt%
C1	1857	24	13
C2	1820	25	14
C3	1846	23	13
C4	1836	25	14
C5	1843	24	13
Middel	1840	24	13

Tabel 5. Serie D. røde falstagsten fra Borup.

Tagsten nr.	densitet i tør til- stand kg/m ³	Teglmassens vandoptagelse ved 2 døgns vandlagring	
		rum%	vægt%
D1	1906 (F)	22	11
D2	1882 (V)	22	12
D3	1872 (F)	23	12
D4	1851 (V)	23	13
D5	1866 (F)	23	12
D6	1854 (V)	22	12
Middel	1872	22	12

(F) angiver at tagstenene blev udvalgt til frosthedsprøvning.

(V) angiver at tagstenene blev udvalgt til vandgammeltrængelighedsprøvningen.



Tabel 6. Serie E, røde vingetagsten fra Ganløse.

Tagsten nr.	densitet i tør til- stand kg/m ³	Teglmassens vandoptagelse ved 2 døgn vandlagring	
		rum%	vægt%
E1	1908 (V)	22	12
E2	1916 (F)	23	12
E3	1899 (F)	22	11
E4	1922 (V)	23	12
E5	1931 (F)	22	11
E6	1936 (F)	22	11
E7	1932 (V)	22	11
Middel	1921	22	11

(F) angiver at tagstenen blev udvalgt til frosthedsprøvningen.

(V) angiver at tagstenen blev udvalgt til vandgennemtrængelighedsprøvningen.

Tabel 7. Serie F, røde falstagsten fra Frederiksholm.

Tagsten nr.	densitet i tør til- stand kg/m ³	Teglmassens vandoptagelse ved 2 døgn vandlagring	
		rum%	vægt%
F1	1856	21	12
F2	1836	22	12
F3	1839	22	12
F4	1848	22	12
F5	1843	22	12
F6	1825	22	12
Middel	1841	22	12



Tabel 8. Serie G. røde falstagsten fra Humlebæk.

Tagsten nr.	densitet i tør til- stand kg/m ³	Teglmassens vandoptagelse ved 2 døgns vandlagring	
		rum%	vægt%
G1	1920	19	10
G2	1893	13	11
G3	1904	22	11
Middel	1906	21	11

Tabel 9. Serie H. røde falstagsten fra Nivågård.

Tagsten nr.	— densitet i tør til- stand kg/m ³	Teglmassens vandoptagelse ved 2 døgns vandlagring	
		rum%	vægt%
H1	1909	23	12

5.2 Bestemmelse af tagstenens vandgennemtrængelighed.

Der blev udvalgt tagsten fra henholdsvis serie D og serie e, til prøvning for tagstens vandgennemtrængelighed. De udvalgte tagsten er markeret i tabel 5 og 6.

Resultatet er indført i tabel 10 og 11.

Tabel 10. Serie D. røde falstagsten fra Borup.

Tagsten nr.	Tid for fremkomst af perlelignende dråber minuter
D2	Forsøget blev stoppet efter 300 minutter.
D4	Forsøget blev stoppet efter 300 minutter.
D6	110
Middel	> 237



Tabel 11. Serie E. røde vingetagsten fra Ganløse.

Tagsten nr.	Tid for fremkomst af perlelignende dråber: minutter
E2	Forsøget blev stoppet efter 300 minutter.
E4	Forsøget blev stoppet efter 300 minutter.
E7	Forsøget blev stoppet efter 300 minutter.
Middel	> 300

Som det fremgår af tabel 10 og 11, blev forsøget stoppet efter 5 timer, (ved udtagelse af D6) da der ikke var fremkommet perlelignende dråber på nogle af de undersøgte tagstensskiver.

Normens krav til ubrugte tagsten er, at gennemsnitstiden for fremkomst af perlelignende dråber skal være mindst 30 minutter for alle de undersøgte skiver, og tiden må ikke være under 15 minutter for nogle af de enkelte tagstensskiver.

Som det kan ses, har tagstenene bestået prøvningen og kan betragtes som værende tilstrækkelige uigennemtrængelige.

5.3 Bedømmelse af frostfasthed.

Der blev udvalgt tagsten fra henholdsvis Serie D og serie E, til prøvning for tagstens frostfasthed. Der blev udvalgt 7 tagsten til frostprøvning. De udvalgte tagsten er markeret i tabel 5 og 6. Forud for frostprøvningen blev de beskadigede dele af tagstenene mærkede med spritpen, således at nye skader kunne skelnes fra gamle.

Eftersom der ikke blev iagttaget synlige ændringer i nogle af de prøvede tagstens udseende, kan tagstenene bedømmes til at have bestået den i Dansk Standard, DS 167, beskrevne frostfasthedsprøvning.

5.4 Bestemmelse af tagstens dækbredde, lægteafstand, samt undersøgelse af anvendelige tagstensbindere.

Dækbredden og lægteafstanden blev målt ved at tagstenene blev oplagt i et dertil konstrueret stafeli med flytbar lægter.
De fundne resultater er indført i tabel 12.



Tabel 12. Tagstenenes dækbredde, lægteafstand samt anvendelig tagstensbinder.

Serie nr.	Dækbredde mm	Lægteafstand mm	Bindertype	Fig. nr. *)
A	203	347	søm/sidefalsb	9+10
B	195	296	sidefalsbinder	11+12
C	199	296	sidefalsbinder	13+14
D	201	298	sidefalsbinder	15+16
E	207	330	nakkebinder	17+18
F	208	322	sidefalsbinder	19+20
G	201	294	sidefalsbinder	21+22
D + G	-	-	-	23+24

*) henviser til fotos i bilag 2 i denne rapport.

5.5 Konklusion.

Ved 25 vilkårligt valgte tagstensundersøgelser på MUC er middeltallet for tagstenenes densitet fundet til at være 1899 kg/m³ og middeltallet for vandoptagelser ved 2 døgn vandlagring er fundet til at være 24 rum%.

Samtlige undersøgte gamle tagstens densitet og vandoptagelse ligger i normalområdet for nyere danske tagsten.

tagstenene er fundet til at have en meget stor tæthed, hvilket må tillægges, at der er gamle teglsten hvis porer efterhånden er blevet tilstoppede.

Samtlige afprøvede teglsten bestod DS 167, Den Danske frostfasthedsprøvning.

Til de røde falstagsten. mærket Borup bør benyttes en sidefalsbinder.

Til de røde vingetagsten. mærket Ganløse bør benyttes en nakkebinder.

Hasselager. den 7. marts 1994
Murværkscentret

Per Kristensen

Hans Peter Rasmussen

Pris kr. 50,- (inkl. 25% moms)

ISSN 0908-9195
ISBN 87-7810-241-3

Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**
Strandgade 29 · 1401 København K · Tlf 32 66 01 00