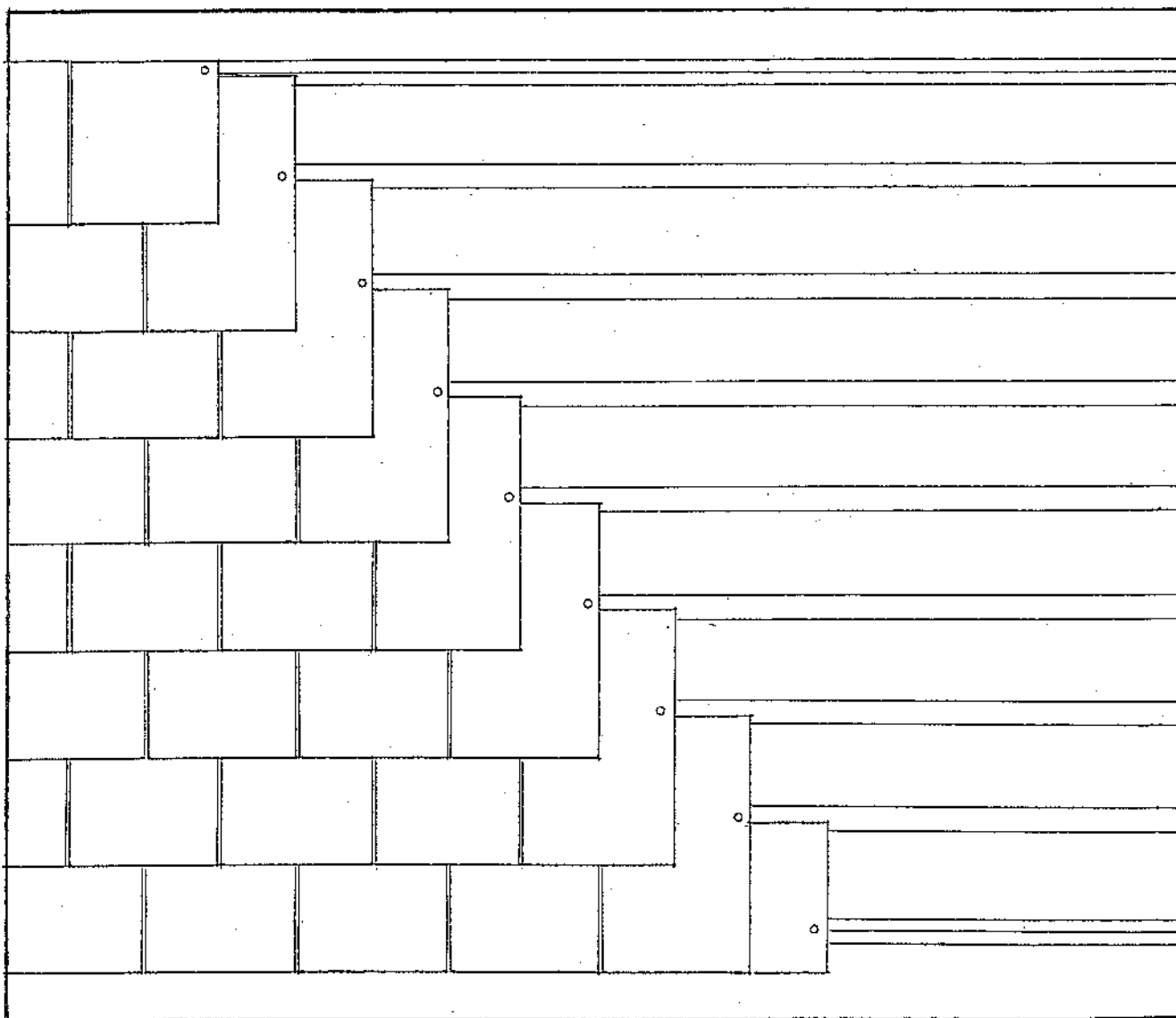


# NATURSKIFER

BYFORNYELSEN I KØBENHAVNS KOMMUNE

FORSKRIFTER

FOR MATERIALER, UDFØRELSE OG KVALITETSSIKRING



PLANDIREKTORATET

BOLIGSTØTTEKONTORET

RÅDHUSPLADSEN 77, 1550 KØBENHAVN V, TLF. 3366 3366

SEPTEMBER 1999

**INDHOLDSFORTEGNELSE:**

INDHOLDSFORTEGNELSE: .....	1
FORORD .....	2
1. BAGGRUNDEN .....	3
2. FORSKRIFTER GENERELT .....	4
3. FORSKREFTER FOR IMATERIALER .....	5
3.1 NATURSKIFER .....	5
3.2 ØVRIGE MATERIALER .....	8
4. FORSKRIFTER FOR UDFØRELSE .....	10
5. FORSKRIFTER FOR KVALITETSSIKRING .....	12
5.1 GENERELT .....	12
5.2 LABORATORIEMÆSSIGE AFPRØVNINGER OG VURDERINGER .....	12
5.3 KONTROL PÅ PLADSEN .....	13
5.4 PRØVER .....	13
6. SIKITSER	15

**FORORD**

Foranlediget af erfaringer og et deraf følgende behov for kvalitativt at kunne vurdere ansøgninger om anvendelse af nye skiferprodukter, tog Byfornyelsessektionen under Stadsarkitektens Direktorat i begyndelsen af 1998 initiativet til udarbejdelsen af nærværende forskrifter. Arbejdet er afsluttet i maj 1999 under ansvar af Boligstøttekontoret under Plandirektoratet i Københavns Kommune.

Arbejdet er udført af arkitekt Per Jacobsen fra Projekteringsafdelingen under Stadsarkitektens Direktorat i samarbejde med Byfornyelsessektionen, nu Boligstøttekontorets arkitekter, velvilligt bistået af interesserede skiferimportører og håndværkere, gennemlæst og kritiseret af faglærere fra Gladsaxe Tekniske Skole og arkitekter fra Byggeskadefonden og flere offentlige bygherrer/institutioner.

**1. BAGGRUNDEN**

Offentlig støtte til byfornyelsen i Københavns Kommune finder i stor udstrækning sted i ejendomme der i en eller flere henseender er fundet bevaringsværdige. Principielt søges bygningernes oprindelige arkitektoniske udtryk bevaret med anvendelse af materialer og udførelsesmetoder så tæt på de oprindelige som økonomisk og teknisk rimeligt.

Til skifertagene, der er kendetegnende for store dele af brokvartererne fra sidste halvdel af 1800-tallet, har været anvendt blågrå skifre fra forskellige waliske brud der efter udskibningshavnen gik under fællesbetegnelsen Port Madoc. Skifre der udover holdbarheden har udmærket sig ved at være finkornede og ensartede i overfladestruktur og tildannelse, således at tagene på trods af nedslidningen stadig fremtræder som præcise plane flader af beskeden materialevirkning.

## **2. FORSKRIFTER GENERELT**

Med nærværende forskrifter for materialer, udførelse og kvalitetssikring sigtes mod at fastholde de oprindelige skifertages tekniske og æstetiske kvaliteter også efter byfornyelsens tagudskiftninger.

Forskrifterne har i vidt omfang karakter af at være udfaldskrav uden normative værdiangivelser, og de overlader således et vist råderum til individuelle skøn.

Det har ikke været målet at opstille en vejledning i skiferdækning og tilgrænsende fagområder, og supplerende viden må derfor søges i producenters og leverandørers anvisninger, dansk og udenlandsk faglitteratur, branchens pjecer, på fagskolerne og sidst, men ikke mindst, hos håndværkere med speciale og erfaring i arbejdet med naturskifer.

Anvendelsen og overholdelsen af forskrifterne fritager ikke byggeriets udførende parter for ansvar end sige overfører ansvaret eller dele af dette til Boligstøttekontoret eller andre kontrollerende myndigheder.

Plandirektoratets Boligstøttekontor behandler byggesagerne som enkelsager. At en skifer opfylder forskrifternes krav kan ikke betragtes som en typegodkendelse eller anbefaling der må benyttes med henvisning til Plandirektoratets Boligstøttekontor.

Endelig skal bemærkes at forskrifterne må forventes at blive justeret efterhånden som praktiske erfaringer og nye forudsætninger fremkommer, herunder vedtagelsen af en europæisk norm der i dag kun foreligger i udkast.

**3. FORSKRIFTER FOR MATERIALER.****3.1 Naturskifer****3.1.1 Naturskifer, materialets oprindelse og sammensætning.**

Naturskifer er en ensartet, hård, uigennemsigtig bjergart der let kan spaltes.

Den består af finkornede leraflejringder der i større eller mindre grad er omdannet i forbindelse med bevægelser i jordskorpen eller på grund af de over-liggende massers vægt.

Processen betegnes geologisk/mineralogisk som en metamorfose og har fundet sted ved forholdsvis lave temperaturer og tryk, hvorunder lerminerallerne er rekrystalliseret og orienteret vinkelret på trykretningen. Det er denne ensretning der giver mulighed for spaltningen i tynde, stærke plader.

Farverne spænder fra grå over blågrå til sort, men forekommer også i rødlige og grønne toner, alt efter indholdet af kul- jern- og kloritforbindelser.

De dominerende mineraler i skiferen er stabile, men styrken og holdbarheden kan svækkes af forskellige nedbrydelige bestanddele, eksempelvis ikke-omdannede lermineraller, carbonater, calciumforbindelser og en gruppe metalsulfider under fællesbetegnelsen oksiderende pyritter. Ikke alle former for pyrit nedbrydes i normale omgivelser, andre meget hurtigt.

3.1.2 Skifrene skal være fri for årer, andre uregelmæssigheder og mineraler der kan forårsage brud, utæthed, ændring i overfladernes struktur, misfarvning eller skæmmende patinering, jf. pkt. 3.1.15, 3.1.16, 3.1.17, 3.1.18 og 3.1.19.

3.1.3 Overfladerne skal være finkornede, ensartet glatte og jævne uden væsentlige afvigelser og afskalninger. Strukturen hovedretning skal være sammenfaldende med skifrenes længderetning.

3.1.4 Kanterne skal være rette og ensartede uden væsentlige afvigelser i tildannelsen.

3.1.5 Hjørnerne skal være hele og retvinklede. Afskæringer er kun tilladt hvis dette på forhånd er godkendt og kun indenfor 1/3 af bredden og 1/3 af højden regnet langs kanterne fra de øverste dækkede hjørner.

3.1.6 Farven skal være ensartet grå - blågrå indenfor samme leverance.

3.1.7 Størrelsen skal være som de eksisterende skifre, sædvanligvis 12x24" (ca. 300x600 mm) og 14 x 24" (ca. 350x600 mm). Afvigelse fra den opgivne nominelle længde og bredde max. plus/minus 1 mm.

- 3.1.8 Tykkelsen skal principielt være som de eksisterendes skifres oprindelige tykkelse, sædvanligvis 4,5-6,0 mm.  
Tykkelsen skal være tilstrækkelig i forhold til skiferstørrelsen, lægteafstanden og bøjningstrækstyrken.
- Den enkelte skifer skal principielt være ensartet i tykkelse i hele sin udstrækning. Tykkelsesvariationen må ikke være større end at en tilfredsstillende dækning kan opnås.
- Afvigelse fra den opgivne nominelle tykkelse max. plus/minus 10 % for 20 skifre i stak og max. plus/minus 25 % for enkeltskifre. De maximale afvigelser er inklusive knopper og buler.
- 3.1.9 Knopper og buler kan kun tillades hvis dette på forhånd er godkendt. De må ikke være til gene for oplægning og fastgørelse. De skal kunne indeholdes indenfor de maximale afvigelser fra den nominelle tykkelse.
- 3.1.10 Fladhed. Skifrene skal være plane, evt. med en let, jævn krumning i længderetningen med den hule side nedad, max. 1 % af skiferlængden.  
Vindskævhed kan ikke tillades.
- 3.1.11 Klang. Ved slag på skiferen skal lyden være klar, porcelænsagtig.
- 3.1.12 Massefylde min. 2.750 kg/m<sup>3</sup>.
- 3.1.13 Vandabsorption max. 0,4 % i gennemsnit.
- 3.1.14 Bøjningstrækstyrke efter belgisk standard for naturskifer STS 34.03.06 min. 45 N/mm<sup>2</sup> i gennemsnit i længderetningen og min. 25 N/mm<sup>2</sup> i gennemsnit i tværretningen. Jf. pkt. 3.1.8  
Resultaterne gælder for opfugtede skifre.
- Bøjningstrækstyrke efter fransk norm for naturskifer NF P 32-302 min. 70 MPa i gennemsnit for tørre skifre og min. 45 MPa i gennemsnit for opfugtede skifre. Jf. pkt. 3.1.8  
Resultaterne henviser til bøjningstrækstyrken i skifrenes længderetning.
- 3.1.15 Indhold af calciumcarbonat max. 3.0 % i gennemsnit. Hvis skiferen indeholder pyrit der iltes, dog max. 0.5 % i gennemsnit.  
Indholdet skal være jævnt fordelt, det må ikke forekomme i klumper eller årer.
- 3.1.16 Frostprøve.  
I teknisk godkendelse fra BUtgb-UBAtc skal afprøvningen betegnes som tilfredsstillende.

Afprøvet efter NF P 32-302 skal det gennemsnitlige massetab skal være mindre end 0.1 %.

### 3.1.17 Opfugtnings- og udtørningsprøve.

Prøven anvendes til identifikation af mineraler der iltes i form af rustpletter og rustudsivninger.

I henhold til STS 34.03.06 må mineraler der kan iltes ikke forekomme.

I teknisk godkendelse fra BUtgb-UBA<sub>tc</sub> skal afprøvningen betegnes som tilfredsstillende.

I henhold til NF P 32-302 skal der redegøres for alle ændringer af urenheder, herunder alle udsivninger og rustdannelser. Hvis skiferen indeholder pyrit der iltes skal der redegøres nøje for denne.

### 3.1.18 Svovlsyreprøven.

Prøven anvendes til identifikation af mineraler der iltes og carbonater der ændres til gips.

I teknisk godkendelse fra BUtgb-UBA skal afprøvningen betragtes som tilfredsstillende. Prøven indgår ikke i NF P 32-302.

### 3.1.19 Pyrit, svovlkis, er et mineral der består af svovl og metaller, som oftest jern. Det nedbrydes i større eller mindre grad, men ved anvendelse af opfugtnings- og udtørningsprøverne skelnes mellem former der iltes og former der ikke iltes, oxiderende og ikke oxiderende pyritter.

Pyrit optræder hovedsageligt på følgende måder:

- a. Kubisk pyrit er regulære krystaller der ses som messinggule terninger, oktaedre eller pentagonaldodekaedre, populært kaldet snydeguld, fools gold, katzengold.

Krystallerne bliver matte i overfladen i løbet af et par måneder efter oplægningen, erfaringsmæssigt uden senere rustdannelse eller dybere forvitning.

Kubiske pyritter bør ikke være gennemgående i skiferens tykkelse, og de må ikke være gennemgående i flader der bliver synlige efter oplægning - ej heller i dækkede områder der udsættes for indirekte vand påvirkning. Ved en taghældning på 45° kan dette ansættes til 65-75 mm fra overliggende fuger og kanter. Jf. pkt. 4.3. Se skitse 6.1.

Ved taghældninger mindre end 45° og under udsatte forhold skal dette mål forøges, og ved større hældninger kan det nedsættes efter producentens anvisninger.

- b. Mikropyritter kan gennemtrænge, imprægnere, hele skiferen eller enkelte lag i denne. De kan være vanskelige at få øje på, men ruster sædvanligvis i løbet af få måneder.



Mikropyritter må ikke forekomme.

- c. Pyritter i granulater eller uregelmæssige klumpdannelser er ofte blandet med andre urenheder. De ruster og kan medføre huller, hvis de er gennemgående.

Pyritter af denne type bør ikke forekomme, og de må de ikke forekomme på skifrenes oversider.

I henhold til belgisk standard STS 34.03.06 må naturskifer som nævnt ikke indeholde mineraler, der iltes, jf. pkt. 3.1.17 og pkt. 3.1.18.

Den franske norm NF P 32-302 inddeler skiferen efter kvalitet i klasse A, B og C, med klasse A som den bedste. Kædet sammen med en række andre krav begrænses det tilladte indhold af pyrit i type og lokalisering ligesom der er begrænsninger for skifrenes anvendelse.

Skifre med pyrit der iltes må således kun indeholde calciumcarbonater i reducerede mængder, jf. pkt. 3.1.15, og de må kun anvendes til dobbelt-dækning.

Pyritindholdet identificeres ved hjælp af opfugtnings- og udtørningsprøven, jf. pkt. 3.1.17.

Skifre ringere end klasse A bør ikke anvendes i stærkt aggressive bymæssige, industrielle eller maritime miljøer. Det kan oplyses at Miljø-kontrollen i København ikke umiddelbart anser miljøet i københavnske boligområder for at være stærkt aggressivt. I tvivlstilfælde bør Miljøkontrollen rådspørges.

## **3.2 Øvrige materialer**

- 3.2.1 Skifersøm og andre fastgørelsesmidler skal tilgodese en forsvarlig og holdbar fastgørelse, de skal være af anerkendt fabrikat og korrosionsmæssigt forenelige med konstruktionernes øvrige materialer og behandlinger. Skifersømmene bør give mulighed for en hensigtsmæssig udskiftning af enkelte skifre og skal kunne godkendes af entreprenøren, skiferleverandøren og -producenten.

- 3.2.2 Skiferkit skal tilgodese en forsvarlig, holdbar tætning og bør give mulighed for en hensigtsmæssig udskiftning af enkelte skifre. Kittytypen skal være af anerkendt blanding og skal kunne godkendes af entreprenøren, skiferleverandøren og -producenten. Asfalt- og tjæreholdige produkter er ikke egnede.

- 3.2.3 Undertag.  
Levetiden for undertagets materialer skal stå i et rimeligt forhold til skifrenes forventede levetid.

- 3.2.4 Lægter skal være rigtigt dimensioneret i forhold til spændvidden, de skal være af god trækvalitet, rette, ensartede i tykkelsen, faste i veddet, uden knaster og bomkanter der svækker styrken og vanskeliggør sømning af skiferen.  
Ved genbrug af lægter skal gamle søm omhyggeligt afrensnes.
- 3.2.5 Zink skal være mindst nr. 14.
- 3.2.6 Kobber skal være rent kobber i hårdhed og tykkelse efter opgavens karakter.

**4. FORSKRIFTER FOR UDFØRELSE.**

- 4.1 Tagfladerne skal fremtræde ensartet i farve, være plane og uden iøjnefaldende forskelle i struktur og afstand mellem skiferlagene eller mellem skifre i samme lag.  
Afstand mellem skiferlag 1-4 mm, fugeafstand mellem skifre i samme lag 1-6 mm.  
Under normale forhold skal øverste og nederste skifte have samme synlige højde som de øvrige, og skifrenes nederste kanter, henholdsvis midten af fugerne, skal flugte.
- 4.2 Sortering af skifrene i mindst 3 tykkelser og frasortering af ikke egnede skifre skal udføres før, ikke under oplægningen, og sædvanligvis på terrænet.
- 4.3 Dækningen skal udføres som den eksisterende, sædvanligvis som sømmed dobbeltdækning. Se skitse 6.2  
Ved dobbeltdækning ligger skifrene i samme vandrette lag ved siden af hinanden, en halv skifer forskudt for næste lag. For hver skifer dannes der 3 vandrette partier i 3 lag og 2 mellemliggende partier i 2 lag.  
Den øverste del af skiferen, overlægget, the headlap, le recouvrement, er dækket af 2 overliggende lag og modtager ikke direkte vand.  
Resten af skiferen består af 2 lige lange stykker. Mellelstykket, the gauge, le faux pureau er dækket af 1 overliggende forskudt lag og modtager kun direkte vand gennem fugen mellem dette lags skifre.  
Det nederste stykke, spejlet, the margin, le pureau, udgør den synlige del af skifertaget.  
Dele af skifrenes dækkede flader udsættes med udgangspunkt i overliggende fuger og kanter for indirekte vand gennem vindpres og kapillaritet (hårrørs-virkning). Jo mindre taghældning, jo større påvirkning. Se skitse 6.1.  
Overlægget sikrer tagets tæthed. Længden bestemmes i England efter taghældningen og lokalområdets vind- og nedbørsforhold, i Frankrig og Spanien indgår yderligere længden af taghældningens projektion på vandret i bestemmelsen.  
Producenterne angiver sædvanligvis 65-75 mm som passende efter danske forhold ved en taghældning på 45°. Ved mindre hældninger og udsatte forhold skal målet forøges, og ved større kan det nedsættes, men fastsættelsen bør altid ske i samråd med producenten.  
Det kan nævnes at en ældre kilde som Byggebogen angiver et overlæg på 8 cm som minimum.
- 4.4 Sømning, hulning og anden tildannelse.  
Sømning skal udføres med 2 søm pr. skifer og ikke så fast, at skiferen beskadiges.  
Hulningsafstanden, the holing gauge, beregnes fra skiferens bund som overlægget plus mellemstykket plus 8-15 mm, headlap plus gauge plus 8-15 mm.  
Se skitse 6.2

Hulningsafstand fra sidekanter 30-40 mm, minimum 30 mm.

Hulning skal ligesom anden tildannelse foretages fra bagsiden. Arbejdet skal udføres med specialværktøj til skifer, vinkelsliber må ikke anvendes.

- 4.5 Kitning bør anvendes hvis dette har været anvendt på det eksisterende tag, og ikke uheldige erfaringer eller ændret konstruktion taler imod det. Hvor skifrenes underside er synlig og loftet tilgængeligt kan kitning udelades. I forbindelse med undertag må kitning ikke udføres. Kitningen skal udføres som T-kitning i en 50-60 mm bred og jævn bane til god dækning af sømhovederne og i hele den lodrette fuge under de overliggende skifre.
- 4.6 Lægtning.  
Lægtningen skal udføres med mindst 1 søm pr. spær og opretning til plan flade. Opklodsninger og påforingslister skal sømmes separat. Lægteafstanden, the batten gauge, beregnes som det halve af forskellen mellem skiferlængden og overlægget. Se skitse 6.2. Nylægtning og opretning vil sædvanligvis være en forudsætning for at helhedsindtrykket af taget som nævnt i pkt. 4.1 kan blive tilfredsstillende. Hvis en opretning medfører væsentlige ændringer af tagets til- og afslutninger, må dette afvejes mod kravene til tagfladernes planhed i forbindelse med prøveoplægningen. På eksisterende tage kan overlægget være kortere og lægteafstanden dermed længere end seriøse tagdækkere og producenter i dag anser for forsvarligt. Ny- eller omlægtning bør i så tilfælde udføres, selv om skifergangen og lægteafstanden principielt skal være den samme som på det eksisterende tag.
- 4.7 Undertag bør udføres hvor skifrenes underside ikke er tilgængelig og tagetagen udnyttes til boligformål eller lign. Undertaget skal udføres, herunder ventileres, efter anerkendte principper og producenters anvisninger. Undertaget bør være fast eller bør som minimum udføres med fast understøttede samlinger.
- 4.8 Tagrender, inddækninger, beklædninger og til- og afslutninger skal udføres som oprindeligt i zink eller kobber. Samlingerne skal udføres fagmæssigt korrekt således at de kan optage materialernes temperaturbevægelse uden at der opstår utætheder.
- 4.9 Rendebærere, snestoppere og lign. skal udføres som oprindeligt i varmforzinket jern eller kobber og skal være korrosionsmæssigt forenelige med konstruktionernes øvrige materialer og behandlinger.

**5. FORSKRIFTER FOR KVALITETSSIKRING.****5.1 Generelt**

Kvaliteten af produkter, materialer og arbejders udførelse skal sikres gennem referencer, laboratoriemæssige afprøvninger, kontrol på pladsen og godkendelse af prøver.

**5.2 Laboratoriemæssige afprøvninger og vurderinger.****5.2.1 Skifrenes egenskaber som foreskrevet under materialer pkt. 3 skal løbende afprøves efter følgende standarder eller normer for naturskifer:**

Belgisk Standard STS 34.03.06.

eller

Fransk Norm NF P 32-302.

Andre standarder eller normer kan godkendes hvis krav og metoder kan sammenlignes med de nævnte.

Oversættelse til dansk eller engelsk kan forlanges.

**5.2.2 Skifrenes egenskaber som foreskrevet under materialer pkt. 3 skal løbende afprøves efter følgende standarder eller normer for naturskifer:**

Belgisk Standard STS 34.03.06.

eller

Fransk Norm NF P 32-302.

Andre standarder eller normer kan godkendes hvis krav og metoder kan sammenlignes med de nævnte.

Oversættelse til dansk eller engelsk kan forlanges.

**5.2.3 Dokumentation:**

Udtalelser og værdier i teknisk godkendelse fra BUtgb - UBAtc (Union belge pour l'agrément technique dans la construction) eller prøveresultater fra LNE (Laboratoire national d'essais), Paris.

Dokumentation fra andre institutters laboratorier kan godkendes hvis det kan dokumenteres at laboratorierne er akkrediteret i henhold til Europæisk Norm EN 4501 til afprøvning af naturskifer.

Oversættelse til dansk eller engelsk kan forlanges.

**5.3 Kontrol på pladsen.**

- 5.3.1 Stikprøvemæssig kontrol af en skiferleverances enkelte paller ved modtagelsen.

Sortering og kontrol af de enkelte skifre før og under oplægning.

- 5.3.2 Forskrifternes pkt. 3.1.2 - 3.1.10 og 3.1.19 skal kontrolleres visuelt og i nødvendigt omfang ved måling med hjælpemidler.

Pkt. 3.1.11 skal kontrolleres visuelt og ved slag. Kontrollen skal udføres efter lokning af sømhuller og øvrig tildannelse.

Forskrifternes pkt. 3.1.2 og 3.1.19 skal yderligere særligt kontrolleres ved 1-års og 5-års gennemgangene. Alle tagfladerne skal efterses. Om nødvendigt ved brug af lift og udtagning af et repræsentativt antal skifre til nærmere undersøgelse, eventuelt i laboratorium. Skifre med rust og anden misfarvning skal udskiftes, ligesom skifre med skader og andet end ubetydelige forvitring.

I tilfælde af tvivl bør træffes aftaler om fornyede gennemgange og passende forlængelser af sikkerhederne.

- 5.3.3 Leverancens enkelte paller skal være mærket, så de entydigt kan identificeres, og det skal sikres at dokumentation for tekniske egenskaber, 5-års ansvar og eventuelle udvidede garantier fra producenterne er gyldige for leverancerne. Udvidede garantier skal være klart definerede.

- 5.3.4 Dokumentation i form af referater, skemaer, fakturakopier, fotos m.v. i henhold til kontrol- og tilsynsplaner.

**5.4 Prøver.**

- 5.4.1 Det nødvendige repræsentative antal hele skifre skal fremlægges til forhåndsgodkendelse.  
Efter godkendelsen danner de norm for hele leverancen, og de skal derfor være mærket, så de entydigt kan identificeres.

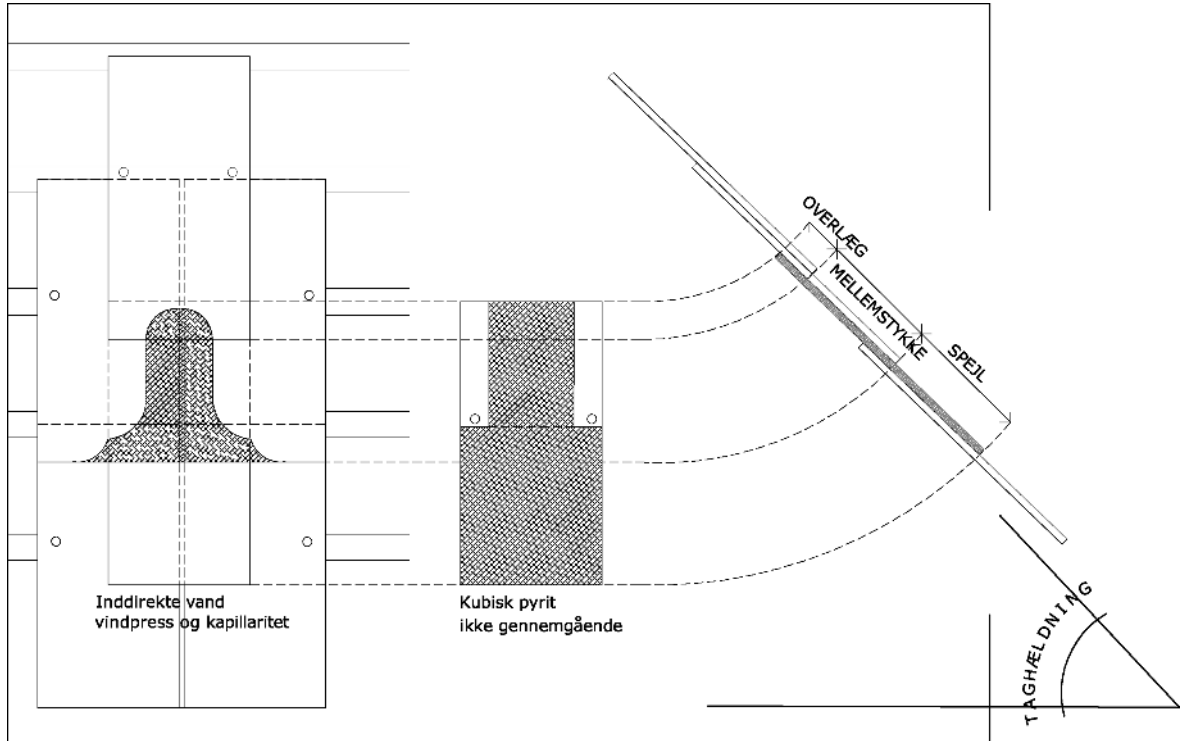
Referencer og dokumentation for laboratoriemæssige afprøvninger samt stikprøvemæssig kontrol svarende til kontrol på pladsen skal indgå i bedømmelsen.

- 5.4.2 Prøverne skal opbevares som dokumentation.

- 5.4.3 En repræsentativ prøveoplægning på 10-15 m<sup>2</sup> skal udføres til godkendelse på stedet.  
Efter godkendelsen danner den norm for hele taget og indgår i dette.
- 5.4.4 Dokumentation under kontrol på pladsen pkt. 5.3.4.

**6 SKITSER**

6.1



6.2

