NIKU RAPPORT 109/2021

BRANNBESKYTTENDE TEKSTILER

Testing for bruk på kulturhistorisk materiale

Nina Kjølsen Jernæs

niku Norsk institutt for kulturminneforskning

Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)
Storgata 2, Postboks 736 Sentrum, 0105 Oslo
Telefon: 23 35 50 00
www.niku.no

Tittel Brannbeskyttende tekstiler Testing for bruk på kulturhistorisk materiale	Rapporttype/nummer NIKU Rapport 109/2021	Publiseringsdato 24.01.2022
	Prosjektnummer 1022091	Sider 26
	Avdeling Konservering	Tilgjengelighet Åpen
Forfatter(e) Jernæs, Nina Kjølsen	ISSN 2703-7797 ISBN 978-82-8101-254-7	Periode gjennomført Mai-desember 2021
	Forsidebilde Under testing av brannbeskyttende tekstiler, OBRE. Foto: Susanna Björklöf oktober 2021.	

Prosjektleder Nina Kjølsen Jernæs
Prosjektmedarbeider(e) Representanter fra KA (Arbeidsgiverorganisasjon for kirkelige virksomheter), RISE Fire Research, Østre Agder brannvesen (ØABV), Bergen brannvesen (BB), Oslo brann og redning (OBRE).
Kvalitetssikrer Geir Jensen, Hanne Moltubakk Kempton (KA), Anne Bjørke (BB) og Kjersti Marie Ellewsen (NIKU).

Finansiert av
KA, Knif Forsikring, Riksantikvaren, Riksantikvarieämbetet

Sammendrag
NIKU har ledet arbeidet med testing av syv ulike brannbeskyttende tekstiler. Testene er gjennomført ved tre ulike brannvesener. Målet med testene har vært for å se mulighetene for å bruke tekstiler ved tildekking av kulturhistoriske gjenstander for å minimere skader ved oppstått brann og/eller vannskader. Det har vært viktig å finne gode løsninger for å kunne beskytte store og veggfaste gjenstander. Testingen har vært tredelt og fokusert på beskyttelse mot varme og vann, samt håndterbarhet. Tre ulike brannbeskyttende tekstiler kom godt ut av testene og kan egne seg for bruk av brannvesenet til å dekke til verdifullt materiale i en akutt situasjon. Videre gis det praktiske råd til eiere og forvalter som vurderer å kjøpe inn brannbeskyttende tekstiler til dette formålet: Ved innkjøp bør lokalt brannvesen involveres. Det må komme tydelig frem i verdibergingsplan/branndokumentasjon hvor brannbeskyttende tekstil er å finne. Det anbefales å beskrive bruken av tekstilet i en verdibergingsplan, der det klart fremkommer hva som skal reddes ut eller sikres. Kjøp gjerne inn tekstiler som kan dekker de større gjenstandene som er prioritert, så kan tekstilet også brukes til mindre gjenstander ved behov. Produsentene bør kunne levere tekstiler med senter-markering på forespørsel. Det bør også merkes hvilken side som skal vende ut, dersom det er forskjell.

Abstract
In cooperation with three fire services in Norway, NIKU has led the work of testing seven different fire protective textiles. The goal was to survey the possibilities for using large format textiles to protect historic items from fire and/or water damage. The tests were divided up in three parts, focusing on manageability and handling properties, protection from heat and protection from water. The results show us that three different fire covers can indeed provide good protection and reduce the risk for damage on historical items if used by the fire brigade in an emergency. We list some advice for owners and managers who plan to buy fire protective textiles for the purpose described: When purchasing, the local fire brigade should be involved. They must be familiar with where the cover is stored and how to use it. It is recommended to describe the use of the textile in a salvage plan; prioritised objects, and how to cover in the event of an incident. Larger textiles can cover the larger items that are prioritized, but also be used for smaller items if needed. It should be possible to mark the centre of the textile on demand of the producers. If there is an inside out outside, this should also be marked on the textile.

Emneord
Historisk inventar, kulturhistoriske gjenstander, beskyttelse, brann, vannskader, brannbeskyttende tekstiler, test

Keywords
Historic inventory, historic items, protection, fire, water, water damage, fire protective textile, fire covers, mitigation measures, test

Avdelingsleder
Kjersti Marie Ellewsen

Forord

Gjennom samarbeid på tvers av fagfelt og institusjoner, har NIKU ledet arbeidet med testing av brannbeskyttende tekstiler for å se om dette er et tiltak som kan anbefales for å beskytte kulturhistoriske gjenstander mot skader fra brann og/eller vann. Vi har spesielt ønsket å se på håndteringsegenskapene til ulike store formater. Prosjektet har vært et samarbeid med KA Arbeidsgiverorganisasjon for kirkelige virksomheter). NIKU har hatt det overordnede ansvaret for gjennomføring av tester, prosjektledelse, koordinering og rapportering. Takk til Østre Agder brannvesen (ØABV): Preben Knarvik, Jan Olav Lundberg og Petter Vinje Svendsen, Bergen brannvesen (BB): Christian Hammersland, Haakon Rasmussen, Øyvind Fagermo, Sveinung Sivertsen og Erik Angermann, og Oslo brann og redning (OBRE): Øyvind Greging, Øivind Mehammer for gode forberedelser og gjennomføring. Takk til Ragni Fjellgaard Mikalsen og Ole Anders Holmvaag ved Rise Fire Research for instruks og gode diskusjoner. Takk til referansegruppen som har bidratt med gode innspill underveis; Hanne Moltubakk Kempton (KA), Geir Jensen, Anne Bjørke (Bergen brannvesen), Susanna Björklöf (OBRE), Henrik Smith (Riksantikvaren) og Erika Hedhammar (Riksantikvarieämbetet).

Takk til de som har bidratt økonomisk til prosjektet; KA, Knif Forsikring, Riksantikvaren og Riksantikvarieämbetet.

Preface

Through collaboration across disciplines and institutions, NIKU has led the work of testing fire-protective textiles to verify if this is a measure that can be recommended to protect cultural-historical objects from damage from fire and / or water. We especially wanted to look at the blanket manageability of large formats made of different materials. The project has been a collaboration with the Norwegian Association for Church Employers (KA). NIKU has been in charge of conducting the overall project management, coordination and reporting. Thanks to the executives at Østre Agder fire brigade: Preben Knarvik, Jan Olav Lundberg and Petter Vinje Svendsen, Bergen fire brigade: Christian Hammersland, Haakon Rasmussen, Øyvind Fagermo, Sveinung Sivertsen og Erik Angermann, and Oslo fire brigade: Øyvind Greging, Øivind Mehammer, and thanks to Ragni Fjellgaard Mikalsen og Ole Anders Holmvaag at RISE Fire Research for instructions and good discussions. Thanks to the reference group who have contributed with good input along the way; Hanne Moltubakk Kempton (KA), Geir Jensen, Anne Bjørke (Bergen Fire brigade), Susanna Björklöf (Oslo Fire brigade) Henrik Smith (Riksantikvaren) and Erika Hedhammar (Riksantikvarieämbetet).

Innholdsfortegnelse

1 Bakgrunn og formål 7
2 Organisering og gjennomføring 7
3 Utvelgelse av produkter 8
3.1 Produktkrav 8
4 Instruks for testing 9
5 Gjennomføring av tester 11
6 Resultater, varme og vann-tester 11
7 Ekstra test: «altertavle» og tildekking 13
8 Vurderinger av egenskaper 14
8.1 Beskyttelse mot varme 14
8.2 Beskyttelse mot vann 14
8.3 Håndtering og tildekking 14
8.4 Format 14
8.5 Pris og tilgjengelighet 15
9 Oppsummering av testresultatene 15
9.1 Materialsammensetning 15
9.2 Topp tre produkter 16
10 Andre relevante tester 16
11 Anbefalinger 17
12 Veien videre 17
13 Liste av forhandlere benyttet i testen 18
14 Referanseliste 18
15 English Summary 19
15.1 Specifications 19
15.2 Results 21
15.3 Costs and suppliers 22
15.4 Blanket manageability 22
15.5 Summary of test results 22
15.6 Recommendations 23
15.7 List of products used in the test 23
16 Vedlegg 1 Dokumentasjon av skader og gjennomføring av testene 24

1 Bakgrunn og formål

En kartlegging fra 2020 (NIKU Oppdragsrapport 143/2020) viste at svært få benytter brannbeskyttende tekstiler som en del av forebyggende rutiner ved historiske bygg eller til bruk i en verdibergingsinnsats. Det finnes lite relevant kunnskap om temaet, samtidig som mange forvaltere ønsker mer kunnskap (Kjølsen Jernæs 2020). Erfaringer fra flere prosjekter gjennomført i kirker[1] har også avdekket et behov for mer kunnskap om brannbeskyttende tekstiler knyttet til tiltak for gjenstander som ikke kan evakueres ved brann, enten fordi de er veggfaste eller svært store.

Dersom man skal anbefale innkjøp av brann- og/eller vannbeskyttende tekstiler må det inngå i en samlet vurdering av bygningen og et helhetlig sikkerhetsbilde. Videre kunnskapsheving på området innebærer derfor en gjennomføring av enkle tester av brannbeskyttende tepper for å beskytte gjenstander med kulturhistorisk verdi. Målet med prosjektet var å teste ulike tekstilers varmeisolerende og vannavstøtende egenskaper, samt deres håndteringsegenskaper.

Formål med prosjektet

- Bedre kunnskapsgrunnlaget om brukbarhet og egnethet av brannbeskyttende tekstiler for å redusere skader på store kulturhistoriske verdier som ikke kan evakueres ved brann eller annen hendelse.
- Gjennomføre praktiske tester av utvalgte og kommersielt tilgjengelige tekstiler, for å kunne si noe om egenskaper for håndtering, samt beskyttelse mot vann og varmepåvirkning.
- Fremskaffe et grunnlag for anbefalinger til eiere og forvaltere om bruk av brannbeskyttende tekstiler

2 Organisering og gjennomføring

Utgangspunktet for prosjektet var å spre kunnskap og erfaring til så mange som mulig, og ha fokus på håndteringsutfordringer og reelle scenarier. Derfor valgte NIKU å involvere tre ulike brannvesen i testingen. Det var behov for retningslinjer for hvordan testene skulle utføres, slik at resultatene ble sammenlignbare. Det ga noen utfordringer at testene skulle gjennomføres på tre ulike steder, men fordelene ble vurdert å være klart større enn ulempene. I tillegg ble det opprettet er referansegruppe for å vurdere arbeidet underveis.

Prosjektoppstart: Mai 2021.
Utvalg av tekstiler til testing, utarbeidelse av test-instruks: Juni-august 2021.
Testgjennomføring: September-november 2021.
Ferdigstillelse av rapport: Desember 2021.

Utførende: Østre Agder brannvesen, Bergen brannvesen, Oslo brann og redning.
Instruks: Rise Fire Research

[1] Prosjekter om verdibergingsplaner i regi av NIKU og KA. Prosjektside for beredskap i Agderkirker i regi av NIKU: https://www.niku.no/prosjekter/beredskap-i-agderkirker/ Prosjektside for KA sitt arbeid med verdigbergingsplaner: https://www.ka.no/sak/article/1579307

Referansegruppe: Representanter fra KA, Riksantikvaren, Riksantikvarieämbetet, ØABV, BB og OBRE og branningeniør Geir Jensen.

Finansiering: Prosjektet fikk innvilget økonomisk støtte fra KA, Knif Forsikring, Riksantikvaren og Riksantikvarieämbetet.

3 Utvelgelse av produkter

Ut fra informasjon fra produsent, så vi etter ønskede håndteringsegenskaper som trengs til vårt formål med tildekking av skjøre og verdifulle gjenstander innomhus. Arbeidsgruppens samlede nettverk ble benyttet for å finne aktuelle internasjonale produkter.

Alle produktene som ble valgt ut, er kommersielt tilgjengelige på rull eller som ferdig produkt. Tekstiler som metervare ble bestilt i ønsket format. Pris og tilgjengelighet gjorde at to av produktene var 3x4 meter, mens resten var 4x4 meter. Dette ga oss også mulighet for å teste ulikhetene mellom kvadratisk og rektangulært tekstil. Vi anså de kommersielle produktene for å utfylle krav til brannmostand i tilstrekkelig grad, mens vi oppga krav for å kunne teste vannmotstand og håndteringsegenskaper. Noen tekstiler har vannavvisende film på begge sider, mens andre har kun på en side. Noen tekstiler har et tydelig skille mellom forside og bakside, mens andre er tilsynelatende helt like på begge sider.

3.1 Produktkrav

Oversikten over krav til produktene ble utarbeidet for prosjektet av Geir Jensen (branningeniør i referansegruppen), og sendt ut til alle produsenter på forhånd. De valgte selv ut det produktet de mente svarte best til oppgaven. Ikke alle punktene ble testet ut, som f.eks. punktet om mekanisk belastning. Pris har ikke vært styrende for utførelse av testene.

• Målet er at teppene skal beskytte gjenstander under en innendørs brann som en del av en slokkeoperasjon, akkurat som enhver brannklassifisert veggkapsling, f.eks. brannmotstand klassifisert EI 60 S eller EI 30 etc. (F / T 60 røyktett eller F / T 30) uten slokking med vann. Men siden kostnadene kan begrense kjøp av slike tekstiler, vil lavere kostnader inkluderes i vurderingene.
Tepper vil bli vurdert ved benyttelse av "luftløft" og akseptable typer vil forbli på plass av tyngdekraften mens de blir påvirket av trekk og vannstrømmer under en brann.
• Røyk- og vanntetthet: Jo mindre inntrengning av røykpartikler og vann, jo høyere poengsum i vurderingen.
• Mekanisk påvirkning: Stabilitet til å motstå fallende gjenstander og øvelser for håndtering, gjenbruk, transport og brannslokking vil score høyt.
• Teststandarder og vurderingskriterier varierer over hele verden, så ingen spesifikke standarder kreves. Testbevis fra anerkjente sertifiseringer vil imidlertid være til nytte for den endelige vurderingen av produktene.
• Håndterbarhet for teppet

Foretrukket eksempelformat for testing:
• 4x4 m eller større
• Vekt og stivhet kan begrense håndteringen
• Maljer for å forenkle innpakning er å foretrekke, men ikke nødvendig

4 Instruks for testing

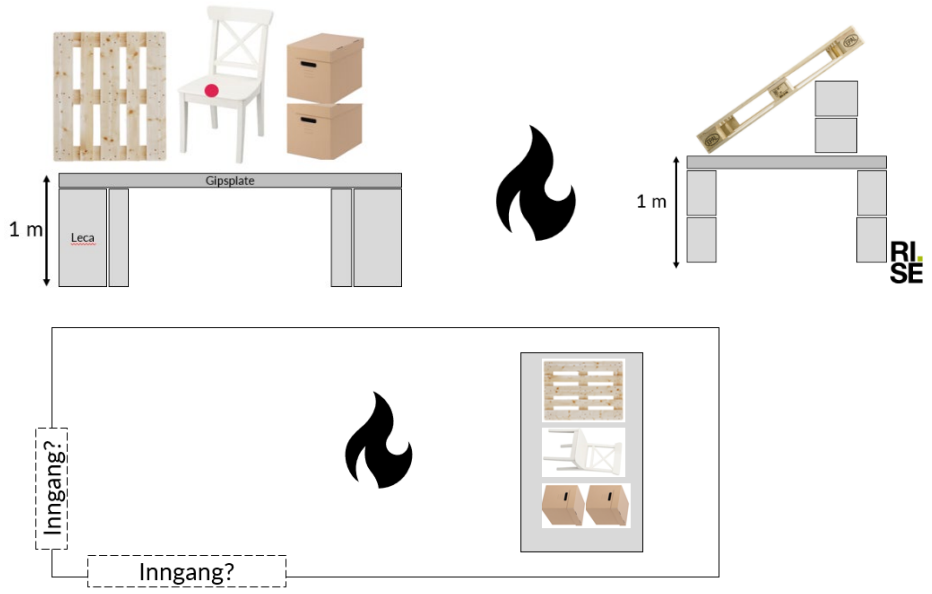
RISE Fire Research laget testoppsett med innspill fra referansegruppen. PDF instruks med illustrasjoner og tegninger er forenklet til tabell 1.

NIKUs representant og prosjektleder deltok på alle tester for sikre at gjennomføringen gjorde de ulike testene sammenlignbare. I tillegg til instruksens punkter, ble også IR kamera brukt under branntest for å måle temperatur på ulike overflater i test-containerne.

Tabell 1 Instruks laget av RISE Fire Research, forenklet av NIKU

Del 1: Test av håndtering
Pakk ut brannteppet (utenfor container hvis det ikke regner). Bli kjent med teppet i noen minutter. Første teppet ut i test testes for håndtering over gjenstander før tidtaking starter. Fra ferdig utpakket har dere 1 min til å plassere det på objektet og pakk så tett som mulig, så langt dere rekker innenfor tiden.

Illustrasjon: testoppsett med rød markering: temperatursensor under tekstilet, oppsett sett fra siden og sett ovenfra i container ca. 20 fot.



Spørsmål til utførende:

- Var det mulig å håndtere som 2 personer? Måtte det være 3 eller flere?
- Skjønnsmessig vurdering av tidsbruk på utpakking: Skala 1-5 (hvor 5 er best)
- Skjønnsmessig vurdering av tidsbruk og håndteringsegenskaper for bæring, tildekking og innpakking: Skala 1-5 (hvor 5 er best)
- Overordnet vurdering av håndterbarhet for produktet: Skala: Svært enkelt, enkelt, middels, vanskelig, svært vanskelig

Noter fritekst kommentarer/ innspill ang. Håndtering

Del 2: Test av vann
Brannteppe ligger allerede på objektet
Bruk hydrant eller sett trykket på 3-5 bar.
Påfør vann. Stå i den andre enden av containeren. Spyl vann direkte mot de beskyttede objektene: 150 L/min, i 10 sekunder, 60 graders vinkel med spredt stråle
Vent 2 minutter, fjern brannteppe (la gjerne vann renne av)

Observatør inspiserer skadeomfang ved vann. Dokumenter også med bilder. Deretter, gå direkte videre til del 3, selv om brannteppet er vått.
Del 3: Test av brannpåvirkning Legg brannteppe på objektet igjen. Brensel = 4 trepaller/europaller stablet oppå hverandre. Bredside mot objekt. Senter av brensel plasseres sentrert ift senter av objektet. Avstand brensel – objekt = 1,5 meter (fra kant til kant). Antennes med 2-3 liter etanol. Observatør noterer mengde og type. La brenne til bålet når maks, og la brenne ca. 5 min etter det begynner å gå ned. (basert på visuell observasjon av brannvesen) Bruk IR kamera for å sjekke temperatur på overflater, noter. Slokk og slå ned retenning. Gå gjerne nært og slokk forsiktig, for å unngå å få vann på brannteppe eller objekt, om mulig (observatør noterer tidspunkt for slokking). Når alle temperaturer ved bålet er ved romtemperatur, ta av brannteppe. Sett inn vifte for å få ut røyk og gasser. Observatør: Inspiser skadeomfang ved brann. Dokumenter også med bilder. Deretter, gå direkte videre til del 4.
Del 4: Test av vann etter brann Legg brannteppe på objektet igjen. Bruk hydrant eller sett trykket på 3-5 bar. Påfør vann. Stå i den andre enden av containeren. Spyl vann direkte mot de beskyttede objektene: 150 L/min, i 10 sekunder, 60 graders vinkel med spredt stråle Vent 2 minutter, fjern brannteppe. Observatør inspiserer skadeomfang ved vann etter brann. Endelige observasjoner og kommentarer vedr. dette brannteppet noteres. Dokumenter også med bilder.

Foto 1 og 2: Oppsett fra test-gjennomføringen, utildekket og tildekket før branntesten. Foto: Kjølsen Jernæs, NIKU.

5 Gjennomføring av tester

Testene ble gjennomført ved tre ulike brannstasjoner i tre ulike containere, i henhold til instruksen ovenfor (foto 1 og 2). Lokale variasjoner ble forsøkt tilpasset slik at det ble mest mulig likt. Ett eksempel er at containeren både i Risør og i Bergen var større enn 20 fot. Det ble derfor bygget en vegg for å stenge av slik at de ble ca. 20 fot. Bergen hadde også en rist som gulv i containeren, og det ble lagt gipsplater for å lage et tett dekke.

- Oslo, gjennomføringstidspunkt: 13. oktober 2021. Produkter testet: Bridgehill med isolasjonslag, Hiltex, NewTex og Vitrea.
- Arendal, gjennomføringstidspunkt: 4.-5. oktober samt 5. november 2021 (Altertavle mock-up). Produkter testet: Bridgehill, Dale Intertec, Insulcon, Klevers
- Bergen, gjennomføringstidspunkt 21. september 2021. Produkter testet: Bridgehill, Klevers, Hiltex

6 Resultater, varme og vann-tester

Selv om instruksen var tydelig og til tross for at en observatør fulgte alle testene for å sikre at alt ble gjennomført så likt som mulig, så ble det noe variasjon i oppnådd temperatur under branntesten. Variasjonen var mellom 224 °C og 270 °C på tekstilets ytre overflate. Årsaken er trolig variasjon i testbetingelsene mellom de ulike teststedene som ikke lot seg kontrollere fullt ut: trekk og luftgjennomstrømning i containeren, utetemperatur og fuktighetsnivået i brenselet. Det kan også ha vært noe variasjon i tidspunkt da temperaturen ble målt på overflaten ut fra maksimal oppnådd brann på bålet. Men høye temperaturer på overflate og innsiden av tekstilet er ikke sammenfallende, så her ser vi likevel klare tendenser til gode og mindre gode isolasjonsevner ved testing av ulike tekstiler.

I testrekken ble det registrert noen skader på gjenstandene, både fra vann- og varmepåvirkning. Ett tekstil ble ødelagt i testen og pappeskene tok fyr under tekstilet (test 1a). Noen tester resulterte i sotskader på en eller flere av gjenstandene (test 1a, 4, 5 og litt sot på test 6), og test 4 resulterte i fuktskader på stol og pappesker. Det var tegn til kondens etter vanntest etter brann på test 3 og 5, men ikke andre fuktskader. Sotskader fra test 5 og 6 var tydelig påvirket av lite format på teppet og var også delvis forårsaket av hvordan tekstilet var dekket over gjenstandene. Våte sømmer var en indikasjon på at tekstilet ikke tålte vannpåvirkningen i testen. Våte sømmer fant vi etter test 1b og 7. Ellers resulterte de fleste av testene i tekstilavtrykk på berøringspunkter på stolen (test 2,4,5,6,7).

Vi har tatt utgangspunkt i følgende scenarier: En brann der brannmannskap har mulighet til å gå inn og dekke til gjenstanden/gjenstandene, og at man trolig har varmeutvikling og nære flammer; men sjelden direkte flammer. Et annet sannsynlig scenario er at brann i lokalet utløser sprinkleranlegg eller annet slokkeutstyr. I tabell 2 er det disse scenariene som legges til grunn for vurderingene av resultater fra testene. Sot på gjenstander kan ha flere årsaker, blant annet kan det ha sammenheng med tekstilenes format i forhold til gjenstandenes størrelse, at tildekkingen ble gjort litt ulikt i de ulike testene og noe ulikt volum og takhøyde i containerne der testene ble gjennomført, slik at soten har kommet inn under tekstilet. Derfor diskuteres dette videre i kapitel 8. Se bilder fra testene og eksempler på skader i vedlegg 1.

De fleste tekstilene beskyttet mot skader fra brann og vann, så vi har vurdert resultatene ut fra isolasjonsevne, håndteringsegenskaper og hvordan de beskyttet mot vann. Det oppsto

noen fenomener som var vi ikke har funnet årsaken til, for eksempel kondensdannelse på gjenstander etter test.

I tabellen er priskategorier oppgitt. Dersom vi ikke har fått oppgitt en anslagsvis 2022- pris ved bestilling fra produsentene, så har vi lagt til grunn prisen som ble betalt ved innkjøp til testene og skrevet det i parentes.

Kategori 1: Opp til 400,- pr. m²
Kategori 2: 400- 800,- pr. m²
Kategori 3: 800-1200,- pr. m²

Tabell 2: Resultater fra testene, basert på omfattende dokumentasjon i skjema og fotografier.

	Materialer	Resultater	Materialtester	Pris-kategori 1-3
1a	Grafittkjerne med coating av silikon og mineraler	Mislykket	Gode håndteringsegenskaper. I brann ble teppet ødelagt. Endret posisjon for å kunne gjøre vanntesten, ikke vannskader på gjenstander.	2
1b	Grafittkjerne med coating av silikon og mineraler. Isolasjonslag over papp-gjenstand	Ikke god nok beskyttelse	Ikke gode håndteringsegenskaper med løst isolasjonslag. Ok varmeisolasjon. Duken kjentes svært varm sammenlignet med de andre etter branntest. Filten som isolasjonslag avga løse fibre. Dersom tolagsstruktur; stiv, stor og uhåndterlig. Våte sømmer på innsiden av duken.	2 + isolasjonslag
2	E-glass med polymerbasert coating på begge sider	Ikke god nok beskyttelse	Middels håndteringsegenskaper, tyngste tekstilet i testen. Høy varmeutvikling under tekstilet. Vått tekstil tvers gjennom etter brann- og vanntest.	2
3	Preox-fiber og aramid-fiber som tekstilduk med aluminiums-folie	God beskyttelse	God vannbeskyttelse og håndteringsegenskaper. Ok isolasjonsevne	2
4	Silikaglass med polyuretan-basert coating på en side	Ikke god nok beskyttelse	Middels håndteringsegenskaper. God isolasjonsevne. Våte gjenstander før og etter branntesten.	1
5	Fiberglass type e-glass, vulkanisert silikon-coating på begge sider	God beskyttelse	Veldig god isolasjonsevne, god vannbeskyttelse og gode håndteringsegenskaper	(2)
6	E-glass-vev med silikon-coating	God beskyttelse	God isolasjonsevne, vannbeskyttelse og håndteringsegenskaper	1 (ved best. av 10 eller flere)
7	Filament Glass med polymercoating	Ikke god nok beskyttelse	Middels håndteringsegenskaper. Høy varme under tekstilet, men ingen skader på gjenstander. Avgassing når teppet ble løftet av. Sømmene våte på innsiden.	(3)

7 Ekstra test: «altertavle» og tildekking

Det ble det gjennomført en ekstra test for å vurdere håndteringsegenskaper som vil være relevante for bruk i en kirke eller et historisk hus, nemlig at to personer kan klare å kaste tekstilet over på kort tid. RISE Fire Research laget instruks for å etterligne en form på en altertavle som skulle tildekkes på kortest mulig tid. Resultatet ble et palletårn med målene 265 cm h x 132 cm b x 120 cm d. Den var dyp i forkant de nederste 1,5 meterne for å etterligne et alterbord, med vinkler og utstikkere som skulle utfordre tildekkingen (Foto 3-6).

Tre tekstiler på 4x4 m ble valgt til å teste en rask tildekking av en høy altertavle-mock-up. Utvalget ble gjort på grunn av formatet samt tilgjengelighet og variasjon i type tekstil. De tre tekstilene veide henholdsvis 520 g/m2 (Bridgehill), 630 g/m2 (Insulcon) og 840 g/m2 (Klevers). Hvert tekstil ble testet to ganger med kast forfra, og hver tildekking tok mellom 15-20 sekunder. Et stivere tekstil var lettere å justere etter kastet, som var positivt dersom tekstilet ble kastet over skjevt eller for lite over topp-punktet. Alle tre testede produkter var relativt stive, så her ble det små variasjoner.

- Uavhengig av vekt, gikk det fort å dekke til palletårnet tilstrekkelig til at man ville få en beskyttende effekt ved en brann eller vann fra et overrislingsanlegg.
- Stivhet i tekstilet var positivt for å kunne justere plassering i etterkant av tildekkingen.
- Det kunne oppstå utfordringer dersom første kast ikke var tilstrekkelig, siden det var vanskeligere å få av tekstilet enn å kaste det over.
- Testen viste at en tildekking er mulig å gjennomføre av to personer i en akuttsituasjon, men det er avgjørende for tiden at man har kjennskap til formålet.
- Det er avgjørende at relevant nøkkelinformasjon er gjengitt i branndokumentasjon eller en verdibergingsplan for bygningen.

Foto 3-6: Gjennomføringen av test, tildekking av en altertavle mock-up. «Altertavlen» var 265 cm høy. Foto: Lundberg, Østre Agder Brannvesen.

8 Vurderinger av egenskaper

8.1 Beskyttelse mot varme

Vurdering av varmebeskyttelse ble gjort ved måling av temperatur på utside og innside av tekstil, visuell undersøkelse når tekstilet ble tatt av, samt undersøkelse av eventuelle visuelle endringer på gjenstander under tekstilet. Svært mange av testene resulterte i avtrykk fra tekstilet på berøringspunkter på stolen (test 2,4,5,6,7). For å unngå dette, må man ha et tekstil bestående av flere lag, og dette forringer håndteringsegenskaper og bruksområder. Derfor anser vi avtrykk som en godtatt skadetype i lys av scenariets alvorlighetsgrad.

Sot kan føre til omfattende og kostbare skader. Graden av nedsoting ser ut til å ha sammenheng med måten gjenstandene blir tildekket på: åpninger langs gulvet førte til at varmen og røyken trakk inn under tekstilet. Dette vil antakelig ha mindre å si i rom med større takhøyde, men dette ble ikke testet (mer om dette under punkt 8.4).

8.2 Beskyttelse mot vann

Vurdering av beskyttelse mot vann- og fuktskader ble gjort ut fra visuell inspeksjon av gjenstander og tekstil. Det ble identifisert fire typer hendelser under testene som relateres til vann- og fuktpåvirkning; vått tekstil, våte sømmer, våte gjenstander og kondens på gjenstandene. Vått tekstil ble vurdert til at tekstilet tåler lite vannpåvirkning før gjenstandene får vann- eller fuktskader. Våte sømmer ble vurdert til at sømmene er et svakt punkt og vil gi ujevn fordeling av vann- og fuktskader på gjenstandene. Våte gjenstander tyder på at tekstilet gir dårlig beskyttelse mot vann. Kondens var utfordrende å vurdere fordi testbetingelsene varierte noe mellom teststeder og dette kan ha påvirket resultater. Kondensering kan ha med fukt og varme i rommet, hvordan tekstilet dekket til gjenstander og om det var områder der fukten fra slokkevann sivet inn under tekstilet.

8.3 Håndtering og tildekking

Tekstilene var ulike i vekt, tykkelse og stivhet. Det er ikke alltid at det tyngste tekstilet er mest stivt, det avhenger også av materialtype. Ingen av de testede produktene ble oppfattet som for stive til å håndtere. Testene viste at de litt stivere tekstilene var enklere å dekke til med, siden de ikke så lett hang seg opp i kanter og søkk i testoppsettet. De var også lettere å justere etter tildekking, og stivheten ga mer rom mellom tekstil og gjenstand, og dermed også mer luft som isolerer og bidrar til færre skader, uavhengig av tekstilets materialegenskaper.

Det oppsto noe usikkerhet om hva som var innside og utside på flere av tekstilene. En tydelig markering er viktig for å kunne tildekke hurtig på en korrekt måte.

8.4 Format

To av de syv tekstilene var 3x4 m, mens resterende var 4x4 m. Testene tyder på at formatet kan påvirke hvor mye tid man bruker til tildekking, og hvor god beskyttelse tekstilet gir. Store gliper kan resultere i sot på gjenstander, men her har størrelsen på rommet mye å si. I et rom med større takhøyde ville dette slå annerledes ut og antakeligvis ville det bli mindre nedsoting. Testen er ikke realistisk for eksempelvis for et kirkerom. I testene var det ca. 20-30 cm. mellom øverste punkt på tildekket gjenstand, og til himling. Dette gir kort vei for varmen og røyken til å bevege seg rundt gjenstander og inn under tekstilet på baksiden for dem som var 3x4 m. Vi så også store forskjeller på utbredelse av sotskader etter bruk av de to tekstilene som var 3x4 m., og dette beror trolig på hvordan gjenstandene ble tildekket. Der

tekstilet ble lagt med omtrent lik lengde på alle sider, var skadene mindre enn der tekstilet ble lagt helt nede i front med stort åpent rom på baksiden.

Erfaringer fra England viser at det bør legges opp til å kjøpe inn et tekstil som er stort nok til å dekke den største gjenstanden av høy prioritet, så kan det samme tekstilet også brukes dersom det er behov å dekke til andre gjenstander ved en hendelse.

8.5 Pris og tilgjengelighet

Produktene som er testet, er kommersielt tilgjengelige og kan bestilles i ønsket format. Prisen varierer, og vi har laget tre priskategorier som oppgis i tabell 2. Produktene bestilles fra leverandører i Europa/Skandinavia, noen av dem har norske forhandlere (Klevers og Hiltex). NewTex bestilles via produsent i USA. Fraktkostnader er ikke hensyntatt i vurdering av pris.

9 Oppsummering av testresultatene

Beskyttelse mot brann og varmepåvirkning ble av referansegruppa ansett som viktigere enn beskyttelse mot vann, siden skaden er størst ved en brann. Resultater fra branntest har derfor veid tyngst.

- I test for isolasjonsevne ved varmepåvirkning, var testprodukt nr. 4 og 5 best. Under tekstilet ble det målt 72,5°C og 73,5°C. De som skåret dårligst på isolasjon ved varmepåvirkning, målte 143,5°C og 148,5°C.
- Ved vannbeskyttelse ga testproduktene 3, 5 og 6 best resultat.
- Ved test av håndteringsegenskapene ga testproduktene 3, 5 og 6 best resultat.
- Ved forskjell på innside og utside på tekstilet, bør det være tydelig merket.
- Merking av senter på teppet gjør det enklere å plassere tekstilet riktig
- Kvadratisk format sparer innsatspersonell for mye tid, da er det ingen tvil om hvilken retning som er hensiktsmessig.
- De fleste tekstilene ga avtrykk i malingen der de kom i kontakt med stolen. For å unngå dette må man trolig ha en tolagsstruktur, men da mister man de nødvendige håndteringsegenskaper. Derfor ble denne typen skader ansett som akseptabelt, til tross for at det er irreversible skader.
- Store formater på opptil 4x4 m. er håndterbare ved en innsats, men måten tildekkingen blir gjort på ser ut til å kunne påvirke resultatet.
- De testede produktene lot seg greit håndtere av to personer.
- Det er bedre om tekstilet er for stort enn for lite, det anbefales å velge format ut fra en av de større gjenstandene av høy prioritet. Da kan samme tekstilet også brukes til mindre gjenstander ved behov.

9.1 Materialsammensetning

Siden produsentene selv valgte ut det produktet de mente passet produktkrav i testen (kap. 3.1.), er flere av produktene ganske like med hensyn til materialsammensetning. I teknisk dataark (TDS) for produktene beskrives materialsammensetning ulikt i detalj, men de kan av og til omhandle samme type materiale. Ett eksempel er at silikon er et polymer, mens i TDS opplyses det om silikon-basert coating og polymerbasert coating. Dette kan i prinsippet være

det samme materialet uten at vi får informasjon om dette. E-glass og filament-glass kan også være to beskrivelser av samme type materialer. Vi har ikke mer informasjon om materialsammensetning enn det som er oppgitt i TDS, og vi har ikke videre analysert forskjeller og likheter i materialsammensetning og testresultater.

9.2 Topp tre produkter

Av de syv produktene som ble testet, var det en mislykket test, fire som ikke gav god nok beskyttelse, to som ga god beskyttelse og en som ga veldig god beskyttelse.

Siden produsentene fikk velge ut det produktet de selv mente passet best, ble det testet flere produkter med lignende materialsammensetning. De har likevel kommer ulikt ut i testene.

Variasjonen var mellom 224 °C og 270 °C på tekstilets overflate, og opptil 400 °C i himling. Men høye temperaturer på overflate og innsiden av tekstilet var ikke sammenfallende, så her ser vi klare tendenser til gode og mindre gode isolasjonsevner.

Dale Intertec; Fiberglass type e-glass, vulkanisert silikon-coating på begge sider. Veldig god isolasjonsevne (73,5 °C målt under tekstilet ved brann), god vannbeskyttelse og gode håndteringsegenskaper.

Vitrea: e-glass-vev med silikon-coating. God isolasjonsevne (114,5 °C målt under tekstilet ved brann), vannbeskyttelse og håndteringsegenskaper.

Hiltex (Klevers): Preox-fiber og aramid-fiber som tekstilduk med aluminiums-folie på en side. Ok isolasjonsevne (137 °C målt under tekstilet ved brann). God vannbeskyttelse og håndteringsegenskaper. Hiltex-duken ble delvis ødelagt i produksjon av 4 x 4 m format, slik at den ble delvis sydd sammen med Klevers sin versjon av det samme produktet. De er identiske ifølge produsent, og vi fremhever derfor materialtype og ikke produsent.

10 Andre relevante tester

I samme tidsperiode som testene ble planlagt og gjennomført, ble tester gjennomført og avsluttet i Danmark (Præstegaard et al. 2021). Erfaringene ble publisert november 2021. Disse testene har hatt et annet fokus og er gjennomført på en annen måte, men resultatene er relevante å se i sammenheng med de norske testene presentert i denne rapporten. Derfor oppsummeres de mest relevante punktene fra den danske testen, og det henvises til artikkel av Præstegaard et al. for videre lesing.

Målet med testen i Danmark var å finne ut om det var mulig å beskytte museumsgjenstander mot brann. De arbeidet ut fra et scenario der brannvesenet dekker over gjenstander med formsydde trekk som ligger i umiddelbar nærhet til gjenstandene, ut fra en prosedyre som er beskrevet i en tilgjengelig verdibergingsplan. De testede materialene var varmebeskyttende, vannavstøtende og med et isolasjonslag for å redusere varmepåvirkning (Præstegaard et al. 2021: 1). Prøvefelt av ulike materialer ble testet, som for eksempel forgylt ramme, lær, sølv, velur-stoff og lakkert tre.

Gjennomføring: vannavstøtende egenskaper ble testet ved å måle vekt før og etter nedsenkning i vann (Præstegaard et al. 2021: 2). Branntesten varte i 36 minutter med maksimum temperatur på tekstiloverflaten var 320°C.

Resultatene fra den danske testen viste at det er mulig å lage en formsydd beskyttelse for å minimere skader fra brann. Tekstilet som kom best ut i test (tolags struktur med Aerogel fra danske Scanacid i ytre lag), var svært tungt, vanskelig å brette og oppbevare for lagring. Med tanke på at det formsydde trekket dekket en stol, vil det være svært utfordrende å bruke slike tunge materialer i store formater.

Supplerende informasjon fra den danske testen som er relevant for vårt fokus, er at tekstilene ble testet for høyere temperaturer. Testene gir også innblikk i vannpåvirkning over lengre tid, og påvirkning på flere typer materialer.

11 Anbefalinger

Som et ledd i forebyggende tiltak for å minimere skader på kulturhistorisk interiør og inventar, ser vi nytten av å implementere brannbeskyttende tekstil som et ledd i sikring av prioriterte gjenstander. De produktene som ble testet er ikke de eneste som finnes på markedet og det er en stadig utvikling på dette feltet. I tillegg er det flere produsenter som lager lignende materialer som de testede produktene.

Resultater og anbefalinger i dette prosjektet vil ha overføringsverdi til andre produkter som er utviklet for tilsvarende formål. Ved hendelser som brann eller svikt i overrislingsanlegg, kan skadeomfanget minimeres dersom det er innkjøpt et eller flere tekstil som er vurdert ut fra prioriterte gjenstander og en helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse, og disse er enkle å lokalisere ved en hendelse.

Anbefalinger til dem som skal bestille tekstiler for beskyttelse av kulturhistorisk materiale:

- Ved innkjøp bør lokalt brannvesen involveres. Det må komme tydelig frem i verdibergingsplan/branndokumentasjon hvor brannbeskyttende tekstil er å finne.
- Det anbefales å beskrive bruken av tekstilet i en verdibergingsplan, der det klart kommer frem hva som skal reddes ut eller sikres.
- Kjøp gjerne inn tekstiler som kan dekker de større gjenstandene som er prioritert, så kan tekstilet også brukes til mindre gjenstander ved behov.
- Produsentene bør levere tekstiler med senter-markering, spør etter dette. Det bør også merkes hvilken side som skal ut, dersom det er forskjell.

12 Veien videre

Testene som er utført i 2021 bør følges opp av 1) mer tekniske lab-tester av de materialene som viser seg å fungere best mht. beskyttende- og håndteringsegenskaper. Oppfølging av lab-tester vil kunne gi mer kunnskap om materialstabilitet (mulige avgassinger), særlig med tanke på langtidsbeskyttelse.

Etterfølgende arbeid bør dernest innebære mulighetsstudier som omfatter 2) helhetlige vurderinger av tiltak for å minimere skader på kulturhistoriske gjenstander ved brann, 3) en vurdering av inngripen i historiske bygg ved installasjon av seksjoneringstekstiler, eller såkalte branngardiner, og 4) testing av branngardiner for kulturhistoriske bygg.

13 Liste av forhandlere benyttet i testen

Listen er ikke utelukkende for produkter som kan brukes til dette formål, men produsenter som ble kontaktet i forbindelse med testene i 2021:

Filamentglass med polymercoating: NewTex
E-glass med polymerbasert coating på begge sider: Klevers
E-glass-vev med silikon-coating: Vitrea
Fiberglass av type e-glass med vulkanisert silikon-coating på begge sider: Dale Intertec
Silikaglass med polyuretanbasert coating på en side: Insulcon
Preox-fiber og aramid-fiber som tekstilduk med aluminiumsfolie: Hiltex (Klevers)
Grafittkjerne med coating av silikon og mineraler: Bridgehill

14 Referanseliste

Kjølsen Jernæs 2020. Brannbeskyttende tekstiler for å minimere skader på kulturhistoriske gjenstander. Forprosjekt. NIKU Oppdragsrapport 143/2020.

Præstegaard, L., Thomsen, G. S., Woer, K. 2021. Before the fire. Experiments on fire-protective cover materials. Studies in Conservation, DOI: 10.1080/00393630.2021.1978227. Tilgjengelig: https://www.tandfonline.com/eprint/T9QZZJU99ZGQBWU2AEVC/full?target=10.1080/00393630.2021.1978227 [Lesedato: 22.10.2021]

15 English Summary

Historic buildings, churches and museums need better solutions to protect their historic collections. This is the reason for tests undertaken in Norway during fall 2021.

15.1 Specifications

The specifications were given to the producers for them to match with relevant materials for testing. We sent the following specifications, but not all points were tested, such as the point of mechanical load. Price has not been governing for the performance of the tests.

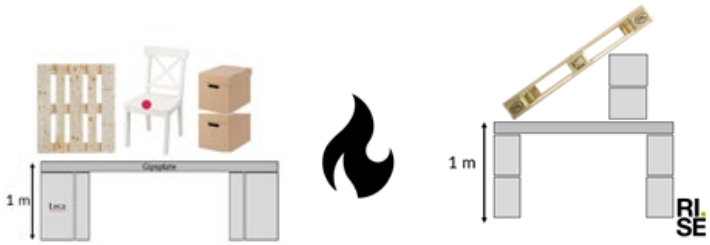
Blanket performance in fire:
The aim is for blankets to cope with a room fire including extinguishing operations, just like any fire rated wall enclosure, e.g. fire resistance rated EI 60 S or EI 30 etc. (F/T 60 smoke tight or F/T 30) without support of water. However, as cost may limit purchase of such, lower ratings will be considered.
Blankets will be assessed for "air lift" and acceptable types will stay in place by gravity while impacted by drafts and water streams during fire.
Smoke and water tightness: The less penetration of smoke particles and water the higher score in blanket assessment.
Mechanical impact: Sturdiness to withstand falling objects and handling, reuse, transport and firefighting drill exercises will score high.
Test standards and rating criteria varies across the world, so no specific standards are required. However, test evidence by acknowledged certification houses will benefit the final assessment of products.
Blanket manageability

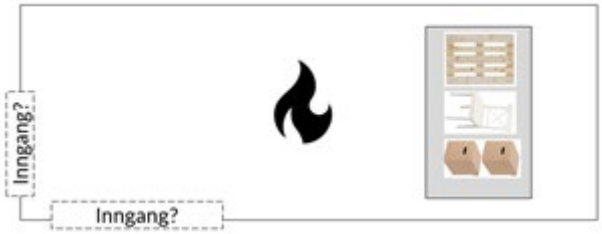
Preferred sample format for testing:
4x4 m or larger
Weight and stiffness may limit handling
Grommets/eyelets to ease fixing and wrapping is clearly preferred, not required though.

Table 3 Test run with instructions made by RISE Fire Research (Norway), simplified by NIKU.

Part 1: Handling properties. Unwrap the product outside the container if not raining. Get to know the product for a few minutes. Unwrapped condition until placed carefully over the items to be protected: 1 minute.

Illustration: Test setup with red marking where the temperature sensor is placed underneath the textile. Place for testing: 20 feet container.





Questions to fire fighters:
Was it possible to handle by two persons, or were 3 or more needed?
Consideration of the time used for unwrapping: Scale 1-5 (5 is best)
Consideration of the time used, handling properties for carrying, covering, and wrapping: Scale 1-5 (5 is best)
Overall consideration of handling properties of the product: Scale: Very simple, simple, mediocre (OK), hard, very hard.
Notes on handling properties:

Part 2: Water test
The textile is already covering the items on the table.
Use a hydrant or put the water pressure on 3-5 bar.
Flush water from appr. 4,5 m from the items; directly on the textile: 150 L/min, for 10 sec, 60-degree angle with scattered water flush.
Wait 2 minutes, unwrap the items.
Observer inspects the items for water damage. Photo of damages and water marks on items.
Next step is Part 3, even if the product is wet.

Part 3: Fire test
Cover the items again.
Fuel and bonfire = 4 wooden pallets on top of each other. Width towards the items. Centre of bonfire is centred of the items.
Distance bonfire-items = 1,5 meters (edge to edge).
Fuel: 2-3 litres of ethanol. Observer notes amount and type.
Burn until max fire (based on the firefighter's observations). Let burn for 5 minutes.
Use IR camera for checking temperature on surrounding surfaces and textile surfaces.
Put out the fire carefully without spilling water on the textile.
When reached room temperature, unwrap the items and put on a fan to extract smoke and gasses.
Observer: Inspect damages on items from heat and fire. Photo of damages.
Next step is Part 4.

Part 4: Water test after fire
Cover the items with the same product appr. placing it the same way.
Use a hydrant or put the water pressure on 3-5 bar.
Flush water from appr. 4,5 m from the items; directly on the textile: 150 L/min, for 10 sec, 60-degree angle with scattered water flush.
Wait 2 minutes, unwrap the items.

Observer inspects the items for water damage. Photo of damages and water marks on items. Final observations and comments on the product noted and photographed.

15.2 Results

Although the instructions were clear and one person followed all the tests to ensure comparability in the results, there was some variation in the temperature achieved during the fire test. The reason is probably different drafts, different outdoor temperature and humidity in the fuel. There may also be some variation in when the temperature was measured on the surface based on the maximum fire achieved on the fire. The variation was between 224 ° C and 270 °C on the fabric surface. However, high temperatures on the surface and inside of the textile do not coincide, so here we see clear tendencies towards good and less good insulation properties when testing different textiles.

A price range 1-3 is presented in Table 4:
Category 1: Up to 400, - NOK psm
Category 2: 400- 800, - NOK psm
Category 3: 800-1200, - NOK psm

The price category is based on feedback from suppliers. Where we have not feedback on this, we have used the price for purchasing textiles for the tests as a basis (written it in parentheses in the table).

Table 4 Results

	Materials	Resultats	Material tests, notes	Price range 1-3
1a	Core of graphite + silicone coating and minerals.	Failed	Good handling properties. Product destroyed in fire. Need for adjust the position in order to do the water test. Water test ok, items unharmed.	2
1b	Core of graphite + silicone coating and minerals. Isolation layer over cardboard item.	Not suitable	Not good handling properties with two layers. OK isolation properties. Product became very warm compared with the others. Bad handling properties of a two-layer structure; stiff, large. Wet seams on inside.	?
2	E-glass + polymer based coating on both sides	Not suitable	OK handling properties, heavy textile. High temperature on inside of product, but no damages on items. Wet textile after fire and water-test.	2
3	Preox and Para-Aramid textile twill with aluminium transfer foil on one side	Suitable	Good water protection and handling properties. OK isolation properties.	2
4	Silica glass + poly-urethane based coating on one side	Not suitable for protection for water, but suitable for fire	OK handling properties. Good isolation properties. Wet items before and after fire-test.	1
5	E-glass filament + vulcanised silicone coating on both sides	Suitable	Very good isolation properties, good water protection and handling properties.	(2)
6	E-glass with silicone coating	Suitable	Good isolation properties, water protection and handling properties.	1 (by ordering 10 or more)

7	Filament glass with polymer coating	Not suitable	OK handling properties. High temperature on inside of product, but no damages on items. Gasses emitted when the product was lifted. Wet seams on inside.	(3)

15.3 Costs and suppliers

The products that have been tested, are commercially available and can be ordered in the desired format. The costs vary, and we have created three price categories that are listed in Table 4.

The products are ordered from suppliers in Europe / Scandinavia, some of which have Norwegian dealers (Klevers and Hiltex). NewTex is ordered via a manufacturer in the United States. Shipping and deliverance are not included in the price range.

15.4 Blanket manageability

Handling is an important part of the intended use of fire protection textiles in historic houses and churches, therefore we chose to do an extra test focusing on handling properties. RISE Fire Research made instructions to imitate the shape of an altarpiece to be covered in the shortest possible time. The result was a “pallet tower” measuring 265 cm h x 132 cm w x 120 cm d. The shape was made to mimic an altar table, with angles and protrusions that would challenge the covering (Photo 3-6). The results are merged into the summary of the test results.

15.5 Summary of test results

In the test for insulation ability in the event of heat exposure, test products no. 4 and 5 were the best. The temperatures 72.5 °C and 73.5 °C were measured under the fabric. Those who scored the worst on insulation by exposure to heat measured 143.5 ° C and 148.5 °C.

• For water protection, test products 3, 5 and 6 gave the best results.
• Protection against fire and heat exposure was considered by the reference group to be more important than protection against water, since the damage is greatest in a fire. Good results from fire tests were therefore prioritised.
• When testing the handling properties, the test products 3, 5 and 6 gave the best result. This depended on weight and stiffness / pliability.
• It should be clearly marked what is inside and outside of the fabric.
• Marking the centre of the textile makes it easier to position the fabric correctly.
• Square format saves emergency personnel a lot of time, then there is no doubt about which direction is appropriate for cover a large object.
• Most textiles made “press-marks” on the paint surface where they came in contact with the chair, but this was considered acceptable in light of the need for a single-layer structure with good handling properties.
• Large formats of up to 4x4 meters are manageable, but the placing of the cover seems to affect the result of possible damages.
• The tested products could be easily handled by two people.
• It is better if the textile is too big than too small, and it is a good idea to order a textile cover for one of the larger objects of high priority. Then the same fabric can also be used for smaller items if needed.

15.6 Recommendations

As part of preventive measures to minimize damage to cultural-historical interiors and inventories, we see the benefit of implementing fire-protective textiles as a mitigation measure. Results and recommendations in this project will have transfer value to other products developed for similar purposes. In the event of incidents such as a fire or failure in a sprinkler system, the extent of damage can be minimized if a textile has been purchased that is assessed on the basis of priority objects and a part of a comprehensive risk and vulnerability analysis.

Recommendations for those who are going to order textiles for the protection of cultural-historical objects:

• When purchasing, the local fire brigade should be involved. They must be familiar with where the cover is stored and how to use it.
• It is recommended to describe the use of the textile in a salvage plan; prioritised objects, and how to cover in the event of an incident.
• Larger textiles can cover the larger items that are prioritized, but also be used for smaller items if needed.

Manufacturers should be able to supply fabrics with centre markings, and mark inside/outside if there is a difference.

15.7 List of products used in the test

The list is not exclusively for products that can be used for this purpose, but a list over the producers and suppliers that were contacted in connection with the tests in 2021:

Filament glass with polymer coating: NewTex
E-glass + polymer-based coating on both sides: Klevers
E-glass with silicone coating: Vitrea
E-glass filament + vulcanised silicone coating on both sides: Dale Intertec
Silica glass + polyurethane-based coating on one side: Insulcon
Preox and Para-Aramid textile twill with aluminium transfer foil on one side: Hiltex
Graphite core with silicone and mineral coating: Bridgehill

16 Vedlegg 1 Dokumentasjon av skader og gjennomføring av testene

Bildene er tatt av NIKU med mindre annet er beskrevet.

Foto 7: Resultat fra test 4, våte gjenstander.

Foto 8: Resultat fra test 4: fuktskader på stolens bakside.

Foto 9: Testoppsett for 1a før branntest.

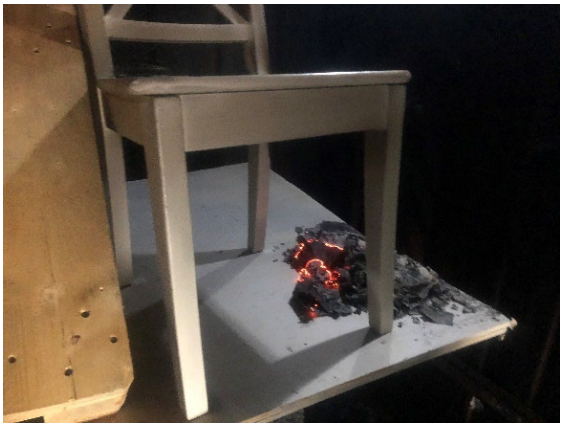


Foto 10: Resultat fra test 1a, totalskadede gjenstander.

Foto 11: Resultat fra test 1a, varmeskadet stol.

Foto 12: Resultat fra test 1a, varmeskadet trepall.

Foto 13: Resultat fra test 6 der vanndråpene preller av overflaten etter brann- og vanntest.

Foto 14: Eksempel på håndtering av et brannbeskyttende tekstil på 4 x 4 m. OBRE.

Foto 15: Bruk av IR kamera underveis i testen for å sjekke overflatetemperaturer. Bergen brannvesen.

Foto 16: Bruk av IR kamera underveis i testen for å sjekke overflatetemperaturer. NIKU noterer underveis. Arendal. Foto: Neil Blendford, ØABV.

Norsk institutt for kulturminneforskning er et uavhengig forsknings- og kompetansemiljø med kunnskap om norske og internasjonale kulturminner.

Instituttet driver forskning og oppdragsvirksomhet for offentlig forvaltning og private aktører på felter som by- og landskapsplanlegging, arkeologi, konservering og bygningsvern.

Våre ansatte er konservatorer, arkeologer, arkitekter, ingeniører, geografer, etnologer, samfunnsvitere, kunsthistorikere, forskere og rådgivere med spesiell kompetanse på kulturarv og kulturminner.

www.niku.no

NIKU Rapport 109/2021

NIKU hovedkontor
Storgata 2
Postboks 736, Sentrum
0105 OSLO
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Tønsberg
Farmannsveien 30
3111 TØNSBERG
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Bergen
Dreggsallmenningen 3
Postboks 4112, Sandviken
5835 BERGEN
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Trondheim
Kjøpmannsgata 1b
7013 TRONDHEIM
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Tromsø
Framsenteret
Hjalmar Johansens gt. 14
9296 TROMSØ
Telefon: 77 75 04 00