SBUF

PROJEKTNR. 14479

Robust egendomsskydd #4

Kartering av brandskadat flerbostadshus i trä

Johan Tannfors, Polygon Sverige AB
Carl Pettersson, RED Fire Engineers Sweden AB
Robert McNamee, Lunds Tekniska Högskola
Stephen Burke, NCC Sverige AB/Lunds Tekniska Högskola
Ida Edskär, Lindbäcks Bygg AB

2026-08-31

POLYGON RED FIRE ENGINEERS NCC LUND UNIVERSITY LTH FACULTY OF ENGINEERING LINDBÄCKS

Förord

Projektet behandlar erfarenheter och lärdomar från skadehantering, sanering och återställning av brand- och fuktskador i ett flerbostadshus med trästomme.

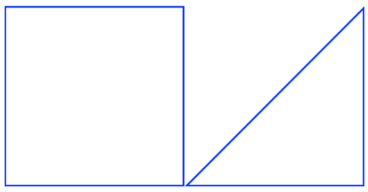
Huvudförfattare till rapporten är Carl Pettersson, RED Fire Engineers Sweden AB, och Johan Tannfors, Polygon Sverige AB. Arbetet har genomförts av en arbetsgrupp bestående av Ida Edskär, Björn Morin och Ove Risberg, Lindbäcks Bygg AB, Robert McNamee, Lunds Tekniska Högskola, Stephen Burke, NCC Sverige AB/Lunds Tekniska Högskola, Arthur Rohaert, RED Fire Engineers Sweden AB samt Conny Persson, Ocab.

Till projektet har även en referensgrupp varit knuten. Referensgruppen har bidragit med värdefulla synpunkter, erfarenheter och branschperspektiv under arbetets gång. Referensgruppen har bestått av Olof Mundt-Petersen, Trä- och Möbelföretagen/Lunds Tekniska högskola, Anders Carlsson, Derome, Henrik Ödéen, Moelven Byggmodul, Jonas Averius, PEAB, Åsa Bolmsvik, Skanska, och Mikael Oxfall, NCC.

Projektet har genomförts med finansiering från SBUF, TCN och CBBT. Medfinansiering i form av kontanta bidrag, arbete samt medverkan i styr- och referensgrupp har lämnats av Trä- och Möbelföretagen (TMF), Lindbäcks Bygg AB, Derome, Moelven Byggmodul, NCC Sverige AB, Peab och Skanska.

Ett särskilt tack riktas till Kent Bergström och Johan Öberg, Polygon Sverige AB, samt Patrik Andersson, Lindbäcks Bygg AB, för värdefulla bidrag till rapportens underlag, analys och kvalitetssäkring. Tack riktas även till de företag och organisationer som genom medverkan, erfarenhetsdelning och tillhandahållande av underlag har stöttat projektets genomförande.

Augusti 2026



Sammanfattning

Projektet Robust egendomsskydd Etapp 4 har genomförts för att öka kunskapen om skadeutbredning, saneringsbehov och kostnader efter brand i flerbostadshus med trästomme. Studien utgår från en brand den 30 juni 2022 i ett modulbyggt flerbostadshus i trä, färdigställt 2018.

Arbetet har omfattat granskning av tidigare skade- och saneringsunderlag, platsbesök, riktad friläggning, fotodokumentation samt sammanställning av skade- och kostnadsdata. Syftet har varit att kartlägga spridningen av brandgaser, rök, sot och släckvatten samt att analysera hur skadebilden påverkade saneringsstrategin, rivningsbehovet och kostnaderna.

Resultaten visar att skadebilden i modulbyggda träbyggnader är komplex, men möjlig att hantera systematiskt. Den direkta brandskadan var huvudsakligen begränsad till brandlägenheten, medan rök, sot och lukt spreds vidare genom bland annat otätheter, schakt, luftspalter, bjälklagsanslutningar och modulskarvar. Släckvatten spreds främst via bjälklag, golv- och vägganslutningar, schakt samt dolda skikt. Särskilt viktiga kontrollområden är klämd gips, prefabricerade badrumsmoduler, ytterväggshörn samt grundsockel-, fönster- och balkongdörrsanslutningar. Dessa bör prioriteras vid framtida skadeinventeringar.

Den initialt bedömda skadearean var 3 338 m² byggnadsdelsarea, beräknad utifrån bedömd skadegrad per byggnadsdel. Efter friläggning och kontroll bedömdes den till 2 297 m². Av den initialt bedömda arean kunde 1 401 m² friskrivas, medan 360 m² skadad area identifierades först senare. Resultatet visar att den initiala bedömningen var försiktig men rimlig med hänsyn till dolda skador och behöver uppdateras när mer information blir tillgänglig.

Den procentuellt bedömda skadearean motsvarar inte nödvändigtvis den area som behöver öppnas, rivas eller återställas. Även en begränsad skada kan medföra att hela eller större delar av en byggnadsdel behöver demonteras för åtkomst, kontroll och tekniskt godtagbar återställning. En översiktlig uppskattning visar att den area som kan ha behövt öppnas, rivas eller återställas uppgick till 4 433 m².

Den sammanställda kostnaden för skadehantering, sanering och återställning uppgår till 48,4 Mkr exklusive moms. Av detta bedöms 35,7 Mkr, motsvarande 74 %, vara kopplat till brand-, rök-, sot-, lukt- och släckvattenskador. Fuktrelaterade skador som uppstått eller förvärrats efter den initiala brand- och släckinsatsen uppgår till 9,2 Mkr, motsvarande 19 %. Resterande 3,5 Mkr avser projektering, förbättringar och ombyggnad. Kostnader för hyresförluster ingår inte och underlaget för lösöreshantering är inte fullständigt.

Studien visar sammantaget att skadehantering efter brand i träbyggnader behöver bedrivas som en sammanhängande och iterativ process från räddningsinsats till verifierad sanering och färdig återställning. Tidig skadebegränsning, riktad friläggning, avfuktning, väderskydd, bibehållet inomhusklimat och samordnad dokumentation är centrala för att begränsa skadeomfattning, rivningsbehov och kostnader.

Summary

The Robust Property Protection - Stage 4 project investigated the spread of damage, remediation requirements, and costs following a fire in a multi-storey modular timber residential building completed in 2018. The case study concerns a fire that occurred on 30 June 2022. The work included reviews of previous damage assessments and remediation documentation, site inspections, targeted opening up of building components (destructive testing), photographic documentation, and the compilation of damage and cost data.

The results show that damage patterns in modular timber buildings can be complex but can be managed systematically. Direct fire damage was largely confined to the apartment of fire origin, whereas smoke, soot and odour spread further through gaps, service shafts, cavities, floor and wall junctions, and joints between modules. Firefighting water spread mainly through floor assemblies, floor-to-wall junctions, service shafts and concealed layers. The results also show that particular attention should be given to concealed plasterboard layers, prefabricated bathroom pods, external wall corners, wall-to-foundation junctions, and interfaces around windows and balcony doors when mapping damages.

The initially assessed damaged area amounted to 3,338 m² building-component area. Following opening up and subsequent inspections, the final assessed damaged area was 2,297 m². Of the area initially assessed as damaged, 1,401 m² was later cleared as undamaged, while 360 m² of previously unrecorded damage was identified. This demonstrates the need for cautious initial assessments followed by progressive verification as concealed construction layers become accessible.

The percentage-based damaged area does not necessarily correspond to the area requiring opening up, demolition or reinstatement. Even limited damage may require larger parts of a building component to be dismantled for access, inspection and technically acceptable reinstatement. The area that may have required such measures was estimated at 4,433 m².

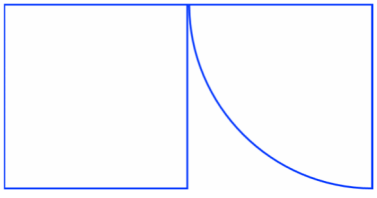
The compiled cost within the scope of the report amounted to SEK 48.4 million, excluding VAT. Of this, SEK 35.7 million, or 74 %, was attributed to fire, smoke, soot, odour and firefighting-water damage. Moisture-related damage arising or worsening after the initial fire and firefighting operation accounted for SEK 9.2 million, or 19 %. The remaining SEK 3.5 million related to design work, improvements and alterations. Rental losses are not included, and the documentation of contents handling is incomplete. The amount should therefore not be interpreted as the total economic impact of the fire.

Overall, the study shows that post-fire damage management in timber buildings should be undertaken through a coordinated, iterative process. Early damage mitigation, targeted opening up, drying, weather protection, maintenance of the internal climate, and coordinated documentation are essential for limiting damage, demolition requirements, and costs.

Innehåll

1 Introduktion 6
1.1 Bakgrund 6
1.2 Skador efter brand 6
1.3 Skadeutrednings- och saneringsmetoder 8
1.4 Syfte, mål och målgrupp 10
2 Metodik 11
2.1 Arbetsmetodik 11
2.2 Datainsamling och dokumentation 12
2.3 Kostnadsanalys 15
2.4 Avgränsningar och antaganden 16
3 Byggnadstekniska förutsättningar och objektbeskrivning 18
3.1 Byggnadsbeskrivning 18
3.2 Brandtekniska förutsättningar 23
3.3 Fukttekniska förutsättningar 23
4 Tidslinje från brand till återställning 25
4.1 Brandförloppet och räddningsinsats 26
4.2 Initial skadeinventering och restvärdeåtgärder 27
4.3 Initiala rivnings- och saneringsåtgärder 29
4.4 Stillestånd 30
4.5 Avslutande rivning och sanering 31
4.6 Återställning 33
5 Resultat av skadeutbredning och skadehantering 34
5.1 Skador från brand, rök och sot 34
5.2 Skador från släckvatten 35
5.3 Fuktrelaterade följdskador 37
5.4 Fuktrelaterade nyskador 37
5.5 Kartläggning av skador – initial och slutlig skadebedömning 38
6 Resultat av kostnadsanalys 42
6.1 Sammanställd totalkostnad 42
6.2 Kostnader kopplade till skador från brand och släckvatten 42
6.3 Kostnader kopplade till fuktrelaterade följdskador och nyskador 43
6.4 Kostnader kopplade till projektering 44
6.5 Kostnader kopplade till förbättringar och ombyggnad 44
6.6 Kostnadsdrivande byggnadsdelar och åtgärder 45
6.7 Lösöreshantering 45
6.8 Samlad bedömning 46
7 Diskussion 48
7.1 Orsakssamband mellan brand, fukt och följdskador 48
7.2 Betydelsen av tidiga respektive fördröjda åtgärder 50
7.3 Osäkerheter i skadebedömningen 52
7.4 Osäkerheter i kostnadsanalysen 53
7.5 Bedömning av analysens robusthet 55
7.6 Lärdomar från studien 55
8 Slutsatser 58
Litteraturförteckning 59
Bilaga A. Rekommendationer till branschens aktörer 61
Viktiga åtgärder 61
Kritiska byggnadsdetaljer 63

Prioriterad checklista....64
Sammanfattande rekommendation....64
Bilaga B. Tidig skadeinventering och slutlig skadebedömning....65
Bilaga C. Fuktrelaterade nyskador....68
Bilaga D. Vad hade kunnat räddas?....70
}



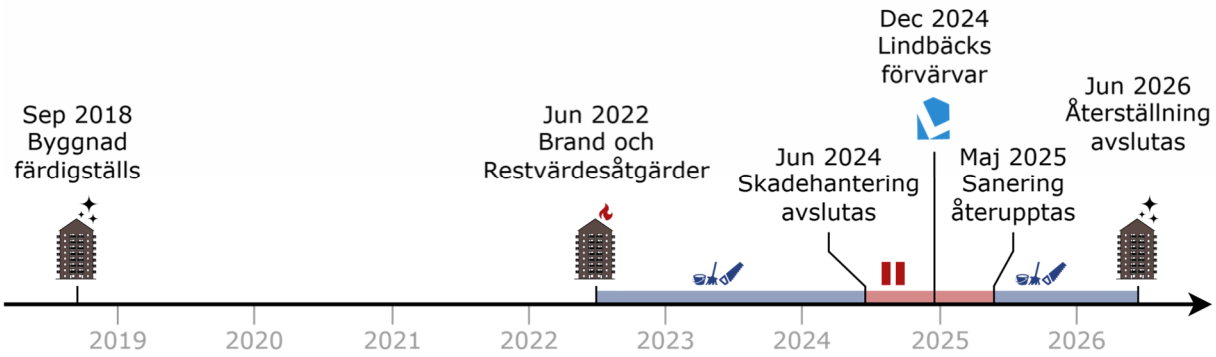
1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Efter ett antal uppmärksammade bränder i modulhus med träregelstomme, såsom bränderna i Malmö [1] och Södertälje [2], har frågan om robust egendomsskydd i höga trähus fått ökat intresse. Detta gäller särskilt ur ett försäkrings- och förvaltningsperspektiv, där skadeutfallet efter brand inte enbart påverkas av brandens storlek utan även av hur rök, sot och släckvatten sprids i byggnaden samt hur snabbt och strukturerat skadehanteringen genomförs [3,4].

För att utveckla tekniska lösningar och processer som minskar risken för omfattande egendomsskador har branschen initierat forsknings- och utvecklingsarbetet Robust egendomsskydd, som är uppdelat i flera etapper. Etapp 1 har resulterat i de publicerade branschreglerna Branschregler: *Robust brandskydd för modulhus med träregelstomme – Flerbostadshus* [5]. Etapp 2 omfattar kvalitetssäkring och framtagande av checklistor, medan Etapp 3 har resulterat i vägledningen *Hantering av rök, sot och släckvatten efter brand i byggnader av trä* [6].

I Etapp 4 studeras en verklig skadehändelse i ett flerbostadshus med trästomme. Byggnaden uppfördes 2018 och drabbades av en brand den 30 juni 2022. Byggnaden och fastigheten förvärvades av Lindbäcks Bygg AB, härefter benämnt Lindbäcks Bygg, i slutet av 2024. Händelseförloppet redovisas översiktligt i figur 1.



Figur 1: Tidslinje över skadehändelse, saneringsprocess, återställning och ägarförändring. Saneringsarbetet påbörjades efter branden 2022, avslutades under 2024 och återupptogs sedan 2025.

Under saneringen och återställningen har byggnaden samtidigt ställts till förfogande för följdforskning. I samband med återställningen gjordes även förändringar i planlösningen i ett antal lägenheter.

1.2 Skador efter brand

Skador efter brand i byggnader består sällan enbart av den direkta brandpåverkan i brandrummet. I många fall uppstår en kombinerad skadebild där både brandgaser (rök), sotpartiklar och släckvatten bidrar till omfattande sekundära skador. I träbyggnader kan dessa sekundära skador bli särskilt betydande eftersom konstruktioner ofta innehåller porösa och hygroskopiska material (till exempel trä och gips) samt dolda utrymmen där skador kan spridas utan att vara synliga [6,7].

I den studerade byggnaden omfattar skadebilden i huvudsak fyra skadeområden:

- skador från brandgaser, rök och sot
- skador från släckvatten
- fuktrelaterade följdskador
- nya fuktrelaterade skador kopplade till avbrott i saneringsprocessen

1.2.1 Skador från brandgaser, rök och sot

Brandförloppet ger upphov till både direkta och indirekta skador. Direkta brandskador uppstår genom termisk påverkan och kan omfatta förkolning, materialnedbrytning och funktionsförlust i byggnadsdelar i anslutning till brandens ursprung och spridningsväg. Dessa skador är ofta lokalt koncentrerade men kan samtidigt få stor betydelse för byggnadens återställbarhet, eftersom skadade bärande eller avskiljande byggnadsdelar kan behöva bytas ut av säkerhets- och funktionsskäl [6,8].

Rök- och sotskador kan däremot få en betydligt större utbredning än den direkta brandskadan. Rök transporteras och sprids i byggnaden huvudsakligen på grund av tryckskillnader över öppningar, ventilationssystem och otätheter och kan orsaka missfärgningar, luktproblem och kontaminering av ytor [7,9]. Trycket som kan uppstå vid en brand som blir omfattande inom en helt tät brandcell kan överstiga 1 000 Pa [10] till dess att ett fönster eller annan öppning ger vika och tryckavlastar utrymmet. Sotpartiklar har också en förmåga att tränga in i porösa ytskiktsmaterial och ansamlas i skarvar och dolda utrymmen. I skadeutredning är det därför viktigt att skilja mellan synliga ytskador och mer omfattande kontaminering som kan finnas bakom ytskikt, i schakt eller i anslutningar mellan byggnadsdelar.

1.2.2 Skador från släckvatten

Släckvatten kan inte bara orsaka direkta fuktskador utan även bidra till sekundära skador, såsom deformation, materialförsämring och behov av rivning för att möjliggöra uttorkning och kontroll. Släckvatten kan också kontamineras med sot när det filtreras genom sot- och rökskadade konstruktionsmaterial, vilket kan orsaka missfärgningar och luktproblem utöver de fuktrelaterade skadorna [6].

För att förstå skadeutvecklingen är det relevant att skilja på:

- **Fritt vatten**, det vill säga synliga vattenansamlingar, rinnande vatten eller vatten på mättade ytor. Denna typ av vatten kan ofta avlägsnas relativt snabbt genom uppsamling, pumpning, avrinning och friläggning [7].
- **Absorberat vatten**, det vill säga vatten som absorberats i material och skikt, exempelvis i gipsskivor, träbaserade skivor, isolering eller i anslutning till skarvar och fogar, genom kapillär uppsugning i materialet [11].
- **Konvektiv fukttransport** som, på grund av lufttrycksskillnader, ger upphov till luftrörelser som kan transportera fuktig luft.

Absorberat vatten och fukttransport i ångfas (fuktig luft) är särskilt viktiga att beakta i träbyggnader eftersom fukt kan ackumuleras i dolda utrymmen och medföra en långvarig fuktbelastning.

1.2.3 Fuktrelaterade följdskador

Vid brandskador i byggnader av trä är tiden till åtgärd avgörande för hur skadan utvecklas, särskilt när byggnadsdelar och konstruktioner har påverkats av släckvatten. Fördröjda insatser, bristande avfuktning eller en felaktig ordningsföljd i skadehanteringen kan öka risken för följdskador, exempelvis mikrobiell tillväxt, rivningsbehov och högre återställningskostnader [6].

Vid fuktskador är sambandet mellan fukt, temperatur och tid avgörande för om mikrobiell aktivitet etableras med mögelskador som följd [12]. I träbyggnader kan detta vara särskilt kritiskt eftersom trä och andra porösa material kan hålla kvar det uppsugna vattnet under lång tid. Även om fritt vatten avlägsnas tidigt kan fuktbelastningen kvarstå i konstruktionen, särskilt i dolda utrymmen och skikt.

I rapporten *Hantering av rök, sot och släckvatten efter brand i byggnader av trä* [6] betonas vikten av tidiga akuta åtgärder, strukturerad skadeinventering och iterativ uppföljning av både fukt- och rökskador. Genom att följa ett etablerat arbetsflöde för restvärdesräddning, sanering och kontroll kan utbredningen av skadorna begränsas och förutsättningarna för en kostnadseffektiv återställning förbättras. En viktig praktisk förutsättning är därför en tydlig dialog och samverkan mellan restvärdesledare, försäkringsbolag och polis kring hur arbetet ska bedrivas i skadeområdet, så att exempelvis torkinsatser och skadebegränsande åtgärder kan påbörjas så tidigt som möjligt.

För att torkinsatser och andra skadebegränsande åtgärder ska kunna påbörjas tidigt krävs tydlig dialog och samverkan mellan restvärdesledare, försäkringsbolag och polis om tillträde till och arbete inom skadeområdet.

1.2.4 Fuktrelaterade nyskador

I denna rapport används begreppet *fuktrelaterade nyskador* för att beskriva skador som uppstått efter den initiala brand- och släckinsatsen, men som inte bedöms vara en direkt följd av den ursprungliga skadehändelsen. Skadorna har i stället uppkommit i senare skeden av saneringen, exempelvis till följd av bristande väderskydd, inläckage eller annan exponering under tiden mellan brand och återställning [13].

Denna typ av skador särskiljs i projektet från både direkta brand- och släckvattenskador samt från fuktrelaterade följdskador där den ursprungliga fuktpåverkan bedöms ha förvärrats över tid. Syftet med indelningen är att tydliggöra hur olika delar av skadebilden har utvecklats samt i vilken grad skadorna bedöms ha kunnat begränsas eller förhindras genom tidigare eller alternativa åtgärder.

1.3 Skadeutrednings- och saneringsmetoder

Efter en brand uppstår ofta en sammansatt skadebild där brandpåverkan, rök, sot, släckvatten och fukt samverkar. Skadorna kan vara både synliga och dolda, och skadeutbredningen kan förändras över tid om fukt och föroreningar inte hanteras i ett tidigt skede [9]. För att begränsa följdskador, minska kostnader och skapa ett beslutsunderlag krävs därför ett strukturerat arbetssätt där skadeutredning,

saneringsplanering, åtgärder och kontroll genomförs i rätt ordning och dokumenteras löpande [6].

Arbetsflödet i rapporten *Hantering av rök, sot och släckvatten efter brand i byggnader av trä* [6] är särskilt relevant för träbyggnader, där porösa och hygroskopiska material kan ta upp både fukt och lukt, och skador kan därför förekomma även i delar av konstruktionen som inte är direkt brandpåverkade. För att begränsa spridningen av sot, partiklar och lukt under saneringen kan även avskärmning, zonindelning och tryckstyrning användas.

Dokumentation i form av fotografier, mätvärden (fukt och mikrobiell förekomst), relevanta provtagningar och motiverade bedömningar är viktig för att möjliggöra spårbarhet och uppföljning genom hela processen för skadehantering, sanering och återställning [6].

Valet av saneringsmetod bör baseras på skadans typ, omfattning och lokalisering, materialens egenskaper, möjligheten att kontrollera resultatet samt risken för kvarvarande lukt, fukt eller kontaminering. I träbyggnader kan saneringen behöva genomföras stegvis, där friläggning, rengöring och kontroll upprepas tills skadeutbredningen har verifierats. Ett sådant iterativt arbetssätt minskar risken för att skadat eller kontaminerat material lämnas kvar i konstruktionen.

Saneringsmetoder kan översiktligt delas in i tre huvudgrupper, presenterade i fallande ordning efter erfarenhetsmässig effekt:

- **Utbyte av skadat material**, till exempel demontering av kontaminerad gipsskiva, isolering eller träbaserade skivor och ersättning med nytt material. Denna metod ger normalt hög kontroll över slutresultatet, men kan innebära större ingrepp i konstruktionen. Utbyte kan även väljas av produktionstekniska skäl, exempelvis när material i och för sig bedöms kunna saneras eller torkas, men där utbyte ger kortare ledtid, lägre osäkerhet eller enklare kontroll inför återställningen.
- **Mekanisk sanering**, till exempel slipning, blästring eller annan bearbetning av skadade ytor med uppföljande borstning och dammsugning. Metoden kan vara lämplig när skadan är ytlig och det går att verifiera att föroreningar eller skadat material har avlägsnats.
- **Kemisk sanering**, exempelvis användning av rengöringsmedel, luktneutraliserande produkter eller biocidbehandling. Sådana metoder bör normalt användas som komplement till materialborttagning eller mekanisk rengöring, eftersom behandlingen inte nödvändigtvis avlägsnar föroreningar ur det skadade materialet.

Ofta krävs en kombination av flera metoder. Exempelvis kan kontaminerade ytskikt först demonteras, kvarvarande stomme mekaniskt rengöras och därefter kontrolleras avseende fukt, lukt och synlig kontaminering innan återställningen påbörjas. Saneringsresultatet bör alltid kontrolleras och dokumenteras innan konstruktioner byggs igen, så att kvarvarande fukt, lukt eller föroreningar inte byggs in.

1.4 Syfte, mål och målgrupp

1.4.1 Syfte

Projektets övergripande syfte är att öka kunskapen om skadeutbredning efter brand i flerbostadshus med trästomme samt att förbättra förutsättningarna för att bedöma saneringsbehov och kostnader.

Särskilt studeras hur följdskador uppstår och utvecklas när skadebegränsande åtgärder fördröjs eller är otillräckliga.

Resultaten ska bidra till ett bättre arbetssätt, tydligare beslutsunderlag och stärkt samverkan mellan aktörer inom skadeutredning, sanering, rivning, återställning och kostnadsbedömning. Fallstudien används därmed för att identifiera tekniska och praktiska lärdomar som kan tillämpas i framtida skadeprojekt. Det långsiktiga målet är att minska kostnader och klimatpåverkan.

1.4.2 Delmål

Syftet ska uppnås genom följande delmål, kopplade till projektets arbetspaket (AP):

AP1. Analysera brandförlopp, skadebild samt spridning av brandgaser samt rök- och sotskador.
AP2. Undersöka spridning av släckvatten samt skador kopplade till släckvatten.
AP3. Utvärdera den upprättade vägledningen för hantering och sanering av rök-, sot- och släckvattenskador i träbyggnader [6].
AP4. Bedöma spridning och omfattning av följdskador som uppstått över tid till följd av fördröjda eller otillräckliga åtgärder.
AP5. Genomföra en ekonomisk analys av tid och kostnader för sanering och återställning, med särskilt fokus på att skilja mellan direkta skador från brand samt släckvatten och följdskador.

1.4.3 Målgrupp

Projektets huvudsakliga målgrupp är aktörer som arbetar med planering, genomförande och kostnadsbedömning av skadehantering, sanering och återställning av brand- och fuktskador i träbyggnader. Detta inkluderar särskilt entreprenörer och utförare i bygg- och saneringsprocessen, vilket ligger i linje med SBUF:s målgrupp. Resultaten riktar sig även till försäkringsbolag samt andra beställare och förvaltare som behöver beslutsunderlag för åtgärdsval och återställningsstrategier. Projektet knyter även an till erfarenhetsåterföring och dialog i branschen genom arbetssätt och lärdomar som utvecklats inom ramen för framtagandet av rapporten *Hantering av rök, sot och släckvatten efter brand i byggnader av trä* [6].

2 Metodik

2.1 Arbetsmetodik

Projektets arbetsmetodik har kombinerat granskning av tidigare skade- och saneringsunderlag med platsbesök, skadeinventering, friläggnings- och rivningsplanering, löpande uppföljning under saneringen samt sammanställning av skade- och kostnadsdata i ett gemensamt kalkylbladsunderlag. Syftet har varit att skapa ett spårbart underlag för analys av skadeutbredning, spridningsvägar för brandgaser, rök, sot och släckvatten samt fuktrelaterade följdskador och nyskador.

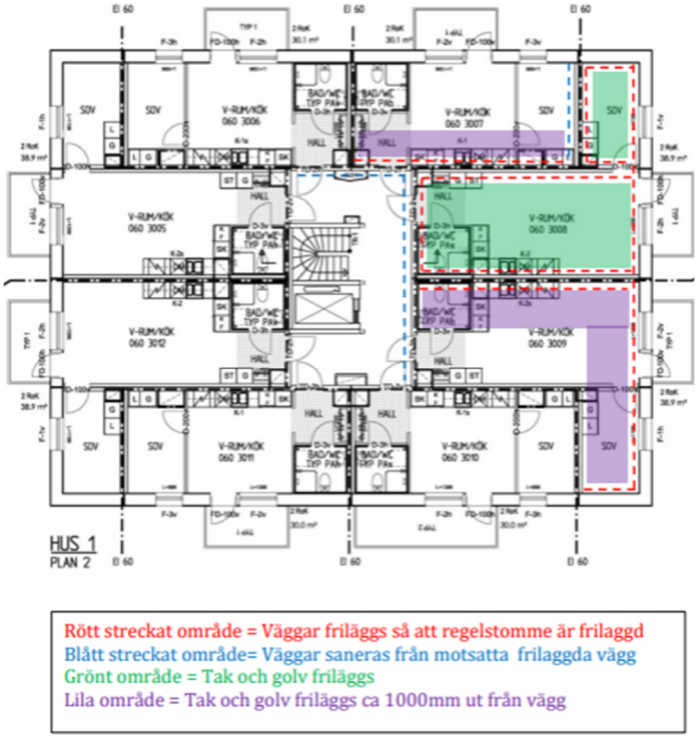
Arbetssättet följer inte en enskild standardiserad metod, men ligger i linje med dokumenterade principer för skadeinventering, riktad friläggning, successiv kontroll och reparation av brandskadade träbyggnader [7]. Vägledningen *Hantering av rök, sot och släckvatten efter brand i byggnader av trä* [6] har använts som referensram vid analysen av den genomförda skadehanteringen. Eftersom delar av skadehanteringen genomfördes innan både vägledningen och den nuvarande projektorganisationen hade etablerats, har vägledningen inte varit styrande för samtliga analyserade åtgärder.

Den initiala skadebilden baserades på besiktningar, fuktindikeringar, okulära observationer, luktbedömningar och provtagningar som genomförts under skadehanteringens olika skeden. Centrala underlag var bland annat Ocabs friläggnings- och provtagningsunderlag från 2023 samt Ocabs och Polygons gemensamma delrapport från november 2023. Underlagen användes för att avgränsa misstänkt skadade områden och ta fram preliminära friläggnings- och rivningsplaner.

Eftersom skadebilden förändrades när konstruktioner öppnades tillämpades en iterativ arbetsprocess bestående av preliminär skadebedömning, planerad friläggning, kontroll av de frilagda byggnadsdelarna, reviderad skadebedömning och dokumentation. Under saneringen utvärderade Ocab löpande de frilagda konstruktionerna med avseende på synlig skada, lukt, fukt och mikrobiell påverkan. Material som bedömdes vara skadat avlägsnades av Lindbäcks Bygg, varefter utfallet dokumenterades och återkopplades till Ocab. Skadebedömningen kunde därmed revideras successivt i takt med att nya delar av konstruktionen frilades.

Byggsystemets prefabricerade moduler, dolda skikt, luftspalter och många möjliga spridningsvägar innebär att delar av den initiala skadeutbredningen har bedömts indirekt utifrån observerade skadeindikatorer. Metodens begränsningar behandlas i avsnitt 2.4.

Ocab upprättade friläggnings- och rivningsplaner som redovisade vilka byggnadsdelar såsom väggar, golv och tak som behövde öppnas för kontroll och sanering. Planerna utgjorde ett praktiskt underlag för fortsatt skadeutredning, produktionsplanering och återställning. Figur 2 visar ett exempel på en sådan plan.



Figur 2: Exempel på friläggnings- och rivningsplan.

Projektgruppen genomförde flera platsbesök före och under Lindbäcks Byggs entreprenad. Syftet var att skapa en gemensam förståelse för skadeutbredningen, byggnadens konstruktionsuppbyggnad och möjliga spridningsvägar för brandgaser, rök, sot och vatten.

Inför den mer omfattande rivningen tog Lindbäcks Bygg fram en arbetsordning som beaktade byggnadens bärförmåga och stabilitet samt risken för sekundär kontaminering. För att minska risken för sekundär kontaminering avgränsades arbetsområden med temporära plastfolieväggar och vid behov användes fläktförstärkt undertryck. Luftrenare med partikelfilter användes för att begränsa spridningen av partiklar. Under projektet förekom både arbete med fläktförstärkt undertryck och arbete utan aktivt undertryck.

Observationer, skadebedömningar och genomförda åtgärder registrerades i projektets kalkylbladsunderlag. Detta gjorde det möjligt att jämföra den preliminära skadebedömningen med den verifierade skadeutbredningen. Datainsamlingen och strukturering av underlaget beskrivs närmare i avsnitt 2.2.

2.2 Datainsamling och dokumentation

Datainsamlingen omfattade tidigare skade- och saneringsunderlag, observationer från platsbesök, fukt- och luktbedömningar, provtagningar, fotodokumentation, produktionsunderlag samt kostnadsuppgifter. Informationen sammanställdes och uppdaterades löpande i projektets kalkylbladsunderlag. Följande avsnitt beskriver underlag, bedömningsgrunder, strukturering och kvalitetssäkring. Begränsningar i underlaget behandlas i avsnitt 2.4.

2.2.1 Tidigare projekteringsunderlag

För att analysera hur skadebilden utvecklades över tid samlades dokumentation från tidigare skeden av projektet in. Underlagen omfattade bland annat skadeinventeringar, besiktningsunderlag, sanerings- och rivningsunderlag, fuktutredningar, provtagningsresultat och fotodokumentation.

Underlagen användes för att beskriva tidigare bedömningar och åtgärder samt för att jämföra den initialt bedömda skadeutbredningen med senare observationer efter friläggning. De användes även för att rekonstruera skadeutvecklingen under perioden före Lindbäcks Byggs övertagande.

De projekteringsunderlag som ligger till grund för konkreta uppgifter, figurer eller bedömningar hänvisas till i anslutning till respektive redovisning.

2.2.2 Datainsamling på plats

Datainsamling på plats genomfördes genom återkommande platsbesök i byggnaden före och under pågående sanerings- och rivningsarbete. Vid platsbesöken dokumenterades skadeutbredning, konstruktionsuppbyggnad, möjliga spridningsvägar för rök, sot och vatten samt lukt- och fuktmätningar/indikationer.

Subjektiva luktbedömningar av rök- och sotlukt utfördes huvudsakligen av Ocab. Uttagna materialprover placerades i plastpåsar och bedömdes i en luktneutral miljö efter kortvarig uppvärmning i mikrovågsugn för att öka avgivningen av lukt. Förfarandet ska betraktas som branschpraxis inom skadehantering snarare än som en standardiserad provningsmetod. Principen att en förhöjd temperatur kan öka emissioner från material har stöd i metodik för emissionsprovning, exempelvis ISO 16000-28:2020 [14].

2.2.3 Bedömningsgrunder

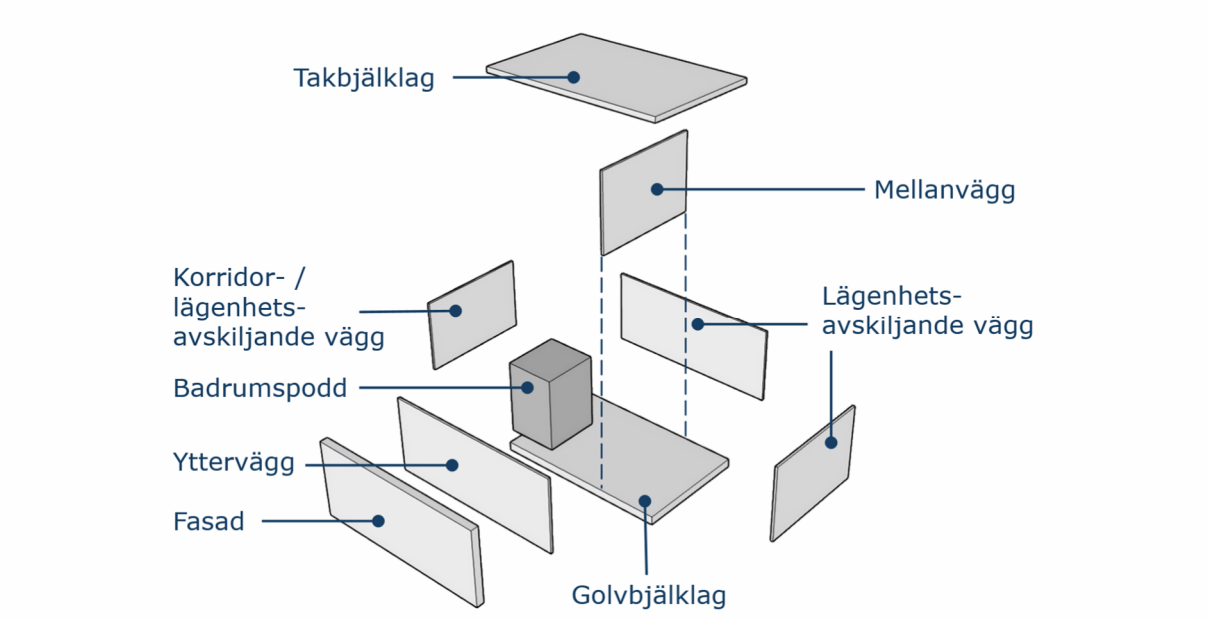
Vid skadeinventeringen användes följande bedömningsgrunder:

- Fuktkvot i träbaserade material över 16 % bedömdes indikera ett förhöjt fuktinnehåll och en risk för mikrobiell påväxt.
- Relativ fuktighet i luft över 75 % i anslutning till organiskt material bedömdes indikera förhöjda fuktförhållanden och risk för mikrobiell påväxt.
- Uttagna materialprover analyserades av ett externt laboratorium med avseende på mikrobiell förekomst genom analystypen *Totalantal*, baserad på epifluorescensmikroskopi. Vid bedömningen användes laboratoriets gränsvärden för mikrobiell skada.
- Subjektiv luktbedömning enligt avsnitt 2.2.2.

2.2.4 Strukturering av inventeringsdata

För att möjliggöra en kvantitativ analys karterades byggnaden på byggnadsdelsnivå. I det upprättade kalkylbladsunderlaget delades varje byggnadsdel (väggar, golv och tak) upp per plan, lägenhet och rum. Varje byggnadsdel tilldelades en geometrisk area. Därmed kunde den initiala skadebedömningen, den frilagda eller rivna omfattningen och den slutligt verifierade skadeutbredningen uttryckas som areamått och jämföras

mellan olika delar av byggnaden. Figur 3 visar en sprängskiss över en modul med en uppdelning av byggnadsdelar så som de har kategoriserats i denna rapport.



Figur 3: Sprängskiss över en lägenhetsmodul med kategoriserade byggnadsdelar.

Det bör noteras att den redovisade arean avser byggnadsdelens yta som analysenhet, inte area per ingående materialskikt. En lägenhetsavskiljande vägg kan exempelvis bestå av flera material och skikt, såsom gipsskivor, regelstomme, isolering, luftspalt och eventuella skivmaterial. Arean beskriver därför omfattningen av den berörda byggnadsdelen, men ska inte tolkas som en materialspecifik mängdredovisning.

För respektive byggnadsdel har uppgifter registrerats om bland annat initial skadebedömning, skadekategori, skadeindikatorer, åtgärdsbehov, status och uppföljande observationer. Exempel på skadeindikatorer är sot, förkolning, lukt, missfärgning, fuktpåverkan och mikrobiell påväxt.

Det sammanställda kalkylbladsunderlaget har använts för att jämföra den preliminära bedömningen av skadan med den faktiska skadeutbredningen efter friläggning. Skadeomfattningen har uttryckts som en uppskattad procentuell andel av den berörda byggnadsdelen. Detta har möjliggjort sammanställningar per plan, lägenhet, byggnadsdel, material och skadekategori.

2.2.5 Spårbarhet och kvalitetssäkring

För att skapa spårbarhet kopplades observationer och bedömningar i möjligaste mån till fotografier, mätvärden, provresultat eller tidigare dokumenterade skadebedömningar.

Kvalitetssäkringen genomfördes genom jämförelser mellan tidigare skadebedömningar, observationer vid platsbesök och den skadebild som verifierades efter friläggning. Kostnadsuppgifter jämfördes på motsvarande sätt med dokumenterade åtgärder och kategoriserades utifrån bedömd skadeorsak eller åtgärdstyp.

Eftersom underlagen har tagits fram i olika skeden och med varierande detaljeringsgrad finns det osäkerheter i vissa bedömningar. Dessa redovisas samlat i avsnitt 2.4.

2.3 Kostnadsanalys

Kostnadsanalysen bygger på tillgängliga kostnadsuppgifter från den tidigare skadehanteringen, entreprenadens kostnads- och uppföljningsunderlag samt projektets kalkylbladsunderlag. Kostnaderna har i möjligaste mån kopplats till olika skadeområden, byggnadsdelar och åtgärdstyper.

För att möjliggöra analysen har kostnaderna delats in i huvudkategorier som presenteras i tabell 1.

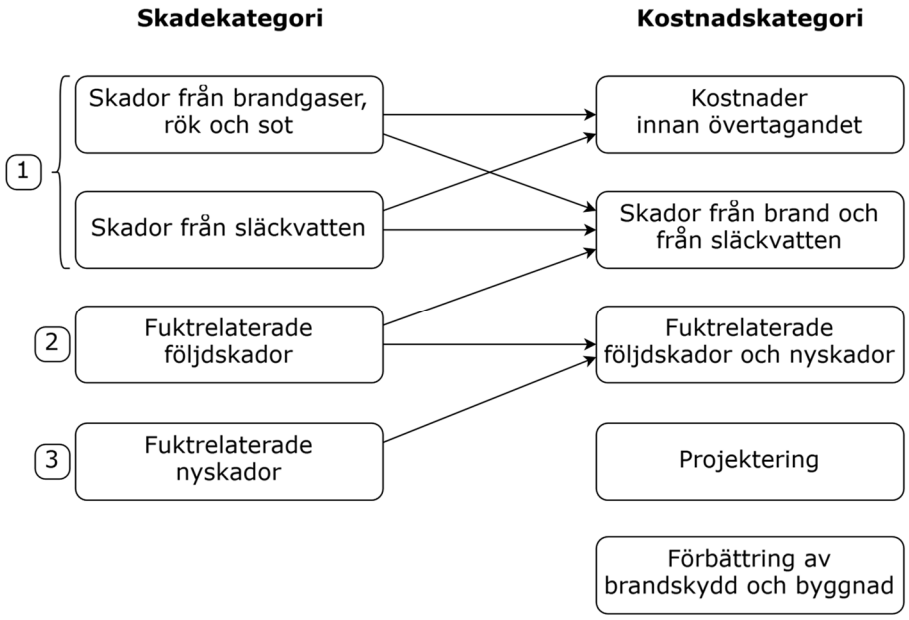
Tabell 1: Kategorier för ekonomisk uppdelning (Lindbäcks Byggs uppdelning).

Ekonomisk kategori	Beskrivning
Kostnader före Lindbäcks Byggs övertagande	Kostnader som uppstått i tidigare skeden av skadehanteringen, exempelvis lösöreshantering, initial sanering, rivning, kontroller och andra åtgärder före Lindbäcks Byggs övertagande.
Skador från brand och från släckvatten	Kostnader som bedöms vara direkt kopplade till brand, rök, sot, lukt och initial påverkan av släckvatten.
Fuktrelaterade följdskador och nyskador	Kostnader kopplade till fuktrelaterade skador som bedöms ha uppstått eller förvärrats efter den initiala skadehändelsen.
Projektering	Kostnader för konsulter, programhandling, bygghandling samt tillhörande personalkostnader.
Förbättringar och ombyggnad	Kostnader för förstärkt brandskydd, byggtekniska förbättringar, standardhöjande åtgärder och ändrad planlösning som inte direkt följer av skadehändelsen.

Den ekonomiska uppdelningen sammanfaller delvis med de kategorier som används vid inventeringen av skadorna, men är inte helt identisk. Vissa kostnadsposter omfattar flera typer av åtgärder och har därför behövt fördelas genom bedömning. Figur 4 illustrerar hur skadekategorierna i skadeanalysen relaterar till de ekonomiska kostnadskategorierna och visar att sambandet i flera fall är överlappande snarare än entydigt. En enskild kostnadspost kan omfatta flera typer av arbeten, exempelvis rivning, sanering, kontroll, återställning och ombyggnad. Där kostnadsposter inte har kunnat kopplas entydigt till en viss skadekategori har fördelningen gjorts genom bedömning. Kostnadsanalysen bör därför tolkas som en kvalificerad uppskattning av kostnadsfördelningen, snarare än som en exakt orsakskoppling för varje enskild faktura eller arbetsmoment. Denna begränsning är viktig eftersom skadehantering, sanering och återställning har pågått under lång tid, omfattat flera aktörer och delvis genomförts innan projektorganisationen som studerat processen etablerades.

”Skador från brandgaser, rök, sot” och ”Skador från släckvatten” har generellt en relativt god överensstämmelse med kostnadskategorin ”Skador från brand och från släckvatten”. Samtidigt omfattar vissa tidiga kostnader före Lindbäcks Byggs

övertagande även åtgärder kopplade till dessa skador, exempelvis initial sanering, rivning och restvärdesåtgärder. För de fuktrelaterade följdskadorna är kopplingen mindre säker. Vissa åtgärder kan ha sitt ursprung både i den initiala släckvattenpåverkan och i senare skadeutveckling. Det innebär att kostnader i praktiken kan omfatta både direkta släckvattenskador och senare fuktrelaterade följdskador. De fuktrelaterade nyskadorna bedöms huvudsakligen vara kopplade till senare skeden, exempelvis väderexponering, inläckage eller bristande väderskydd under stilleståndsperioden. Kostnadsunderlaget särskiljer inte heller fullt ut fuktrelaterade följdskador och fuktrelaterade nyskador, vilket innebär att dessa huvudsakligen redovisas som en gemensam kategori för fuktrelaterade följd- och nyskador i den ekonomiska analysen.



Figur 4: Jämförelse mellan skadekategorier och kostnadskategorier.

Åtgärder som avsåg ombyggnad eller förändrad planlösning redovisades separat, eftersom de inte bedömdes vara en direkt konsekvens av skadehändelsen. Kostnadsuppgifter för Lindbäcks Byggs eget arbete redovisas exklusive täckningsbidrag och omfattar således inget vinstpåslag. Arbete utfört av underentreprenörer redovisas till fakturerad kostnad; eventuell vinstmarginal är okänd för författarna.

2.4 Avgränsningar och antaganden

Rapporten baseras på en fallstudie av ett specifikt brandskadat flerbostadshus med en prefabricerad trästomme utvecklad av Lindbäcks Bygg. Lindbäcks Bygg har även haft flera roller i det studerade förloppet, som ursprunglig tillverkare, teknisk rådgivare under delar av den tidiga skadehanteringen samt senare fastighetsägare och återställande aktör, och är dessutom representerat i projektets arbetsgrupp. Resultaten är därför främst giltiga för den studerade byggnaden och dess tekniska förutsättningar. Vissa principiella lärdomar är dock överförbara till andra byggnader, men byggsystemets tillverkarspecifika utformning begränsar generaliserbarheten. Till

exempel kommer vatten- och rökspridning samt skadebilden att skilja sig från mer ”standardiserade” byggnader, beroende på konstruktionen.

Studien avgränsas till att testa metoder för att studera skadeutbredning, saneringsbehov, följdskador och kostnader kopplade till den aktuella branden. Fokus ligger på hur man ska utreda skador orsakade av brand, brandgaser, rök, sot, släckvatten och fuktrelaterad påverkan av släckvatten. Åtgärder som huvudsakligen avser ombyggnad, standardhöjning eller förändrad planlösning behandlas inte som skade- eller saneringskostnader, även om de i vissa fall har genomförts i samband med återställningen.

Skadebedömningen har baserats på en kombination av tidigare inventeringar av skadorna, okulära observationer, fuktindikationer, luktbedömningar, fotodokumentation samt uppföljning under rivning och friläggning. Eftersom flera byggnadsdelar innehåller dolda skikt, luftspalter och anslutningar där rök, sot eller fukt kan spridas utan att vara direkt synligt, har bedömningen av skadorna i vissa fall baserats på försiktighetsprincipen. Då underlaget har tagits fram i flera skeden och av olika aktörer är bedömningarna i vissa delar förknippade med begränsad precision.

Kostnadsanalysen bygger på tillgängliga kostnadsuppgifter och kategoriseringar. Där en kostnadspost omfattar flera typer av arbeten, eller där fullständigt underlag saknas, har kostnaden fördelats utifrån bedömning. Resultaten i kostnadsanalysen ska därför ses som kvalificerade uppskattningar snarare än exakta värden.

Det tillgängliga underlaget har inte möjliggjort en tillförlitlig sammanställning av arbetstid eller tidsåtgång per åtgärd och skadekategori. Skadehanterings- och återställningsprocessens tidsförlopp redovisas därför på en övergripande nivå, medan kostnadsanalysen har kunnat genomföras med större detaljeringsgrad.

Rapportens indelning av skadeorsaker, påverkbar skadeutveckling och kostnader är ett tekniskt analysverktyg och utgör inte en bedömning av avtalsrättsligt, försäkringsrättsligt eller ekonomiskt ansvar mellan berörda aktörer.

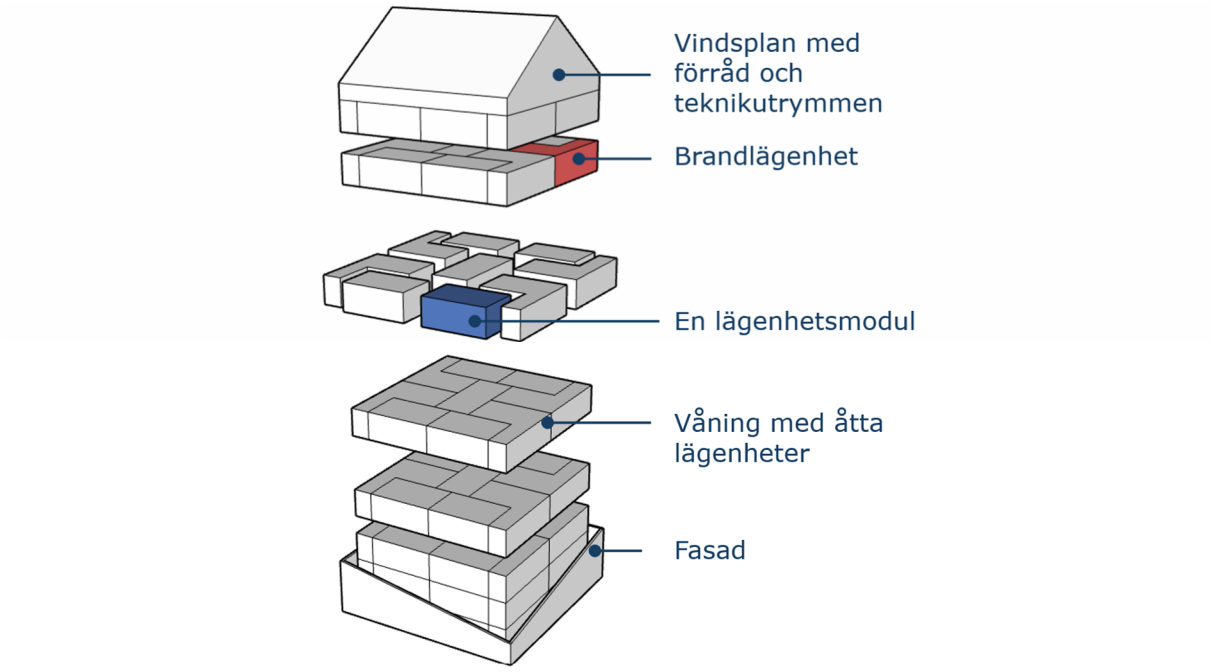
3 Byggnadstekniska förutsättningar och objektbeskrivning

Byggnadens tekniska uppbyggnad har haft stor betydelse för hur skadorna spreds, hur inventeringen av skadorna kunde genomföras och för valet av saneringsmetodik. Syftet med detta kapitel är att beskriva relevanta byggnadstekniska förutsättningar som påverkade både rök- och vattenspridningen och utvecklingen av skadorna. I samband med återställningen genomförs även vissa förändringar av byggnaden, exempelvis ändrad lägenhetsindelning och byte av fasadmaterial. Dessa förändringar redovisas i rapporten i den mån de påverkar vilka byggnadsdelar som rivs, saneras eller ersätts. Åtgärder som huvudsakligen avser ombyggnad eller standardförändring behandlas dock separat från skade- och saneringsåtgärder i den ekonomiska analysen.

3.1 Byggnadsbeskrivning

Byggnaden uppfördes 2018 som ett flerbostadshus med en bärande träkonstruktion av prefabricerade moduler. De färdigproducerade modulerna transporterades till byggplatsen och monterades samman. Väggar, golv och tak i respektive modul ingår i byggnadens bärande och brandavskiljande system.

Byggnaden består av åtta plan ovan mark och innehöll ursprungligen 60 lägenheter: fyra på entréplanet och åtta på respektive övrigt plan. Därutöver finns ett trapphus, installationsschakt, gemensamma utrymmen samt ett vindsplan med förråd och teknikutrymmen. Varje lägenhet består av en eller flera moduler med anslutningar mot angränsande moduler. Modulerna omfattar schakt och ytterväg. Trapphuset består av både moduler och av bjälklag som ansluter mellan modulerna. Figur 5 visar en sprängskiss över byggnaden och indikerar brandlägenhetens placering på plan 7.



Figur 5: Sprängskiss över byggnadens lägenhetsmoduler och placeringen av brandlägenheten.

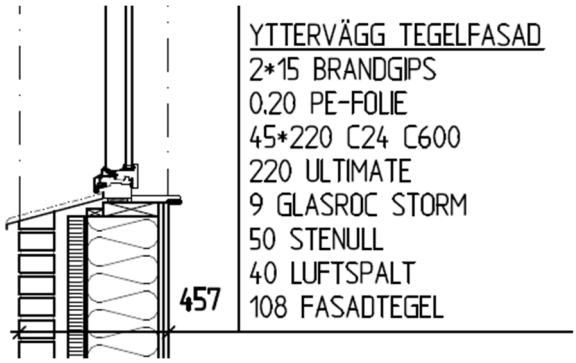
En viktig förutsättning för skadeutredningen är att byggnaden inte kan betraktas som en helt homogen konstruktion. Skadebilden påverkas av hur respektive modul är uppbyggd, hur modulerna ansluter till varandra och hur installationer, schakt, bjälklag och fasadsystem är integrerade. Detta har betydelse både för hur skador uppstår och för hur de kan lokaliseras, friläggas och åtgärdas.

3.1.1 Tak- och vindsuppbyggnad

Vindsplanet omfattar förrådsutrymmen och teknikrum. På vindsplanet finns även installationer kopplade till byggnadens ventilationssystem. Ventilationskanaler som passerar upp genom byggnaden är brandtekniskt avskilda, bland annat genom brandisolering där de passerar brandcellsgränser.

3.1.2 Yttervägg och fasad

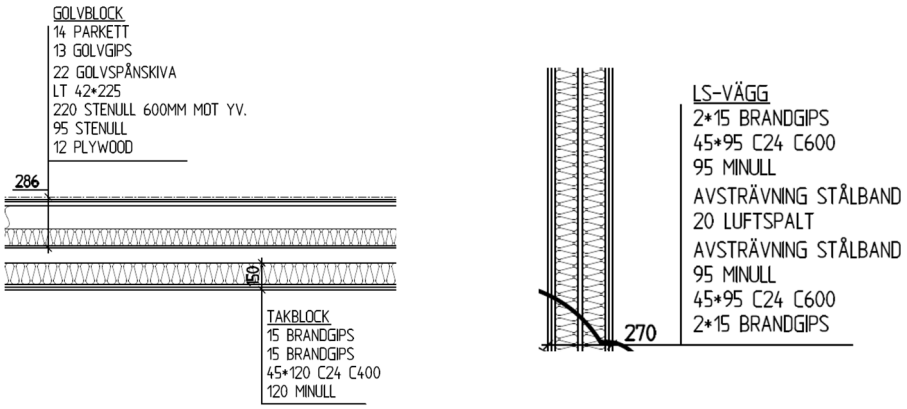
Den ursprungliga fasaden bestod av tegel med en bakomliggande skalmursskiva och en luftspalt. Balkongplattor var monterade på fasaden. Ytterväggarna ingår i modulernas konstruktion och omfattar flera anslutningar, bland annat vid modulskarvar, fönster, balkongdörrar, ytterhörn och sockel. Se figur 6 för uppbyggnad av yttervägg och fasad på byggnaden.



Figur 6: Utdrag ur konstruktionsdetalj som visar yttervägg och fasad i anslutning till fönster.

3.1.3 Modulernas uppbyggnad

Modulerna är uppbyggda av golv- och takbjälklag och lägenhetsskiljandeväggar, se figur 7.



Figur 7: Utdrag ur konstruktionsdetalj som visar golv- och takbjälklag samt lägenhetsskiljande väggar.

Modulerna prefabriceras i fabrik, se figur 8, och monteras därefter intill och ovanpå varandra på byggplatsen. Modulsystemet innehåller därför flera skarvar och anslutningar mellan moduler och byggnadsdelar. Eftersom varje modul har egna vägg-, golv- och takskikt uppstår dubbla konstruktionsskikt mellan angränsande moduler, exempelvis i lägenhetsskiljande väggar och mellan våningsplan.



Figur 8: Prefabricerade lägenhetsmoduler under uppbyggnad i fabriken. Foto: Maria Fäldt.

En annan viktig förutsättning är att skivmaterialen i väggar och bjälklag har både avskiljande och stabiliserande funktioner. Vid omfattande friläggning eller rivning av skivbeklädnader behöver därför påverkan på byggnadens bärförmåga och stabilitet beaktas. Friläggningen har behövt planeras så att skadorna kunnat kontrolleras i tillräcklig omfattning utan att byggnadens stabilitet äventyrats.

3.1.4 Badrumspoddar

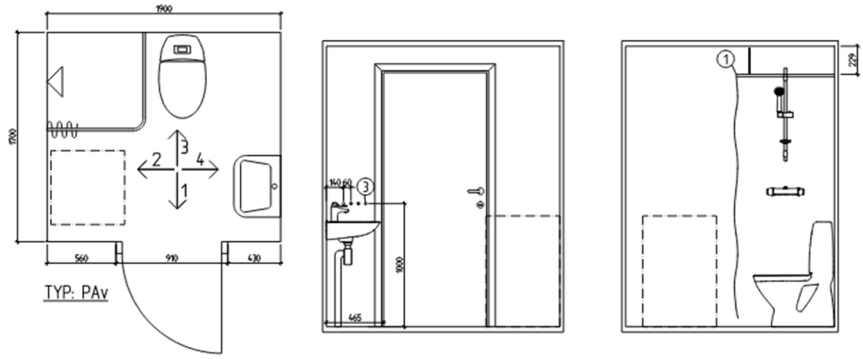
Byggnaden innehåller prefabricerade badrumspoddar, se figur 9 och figur 10. Badrumspoddarna utgör separata enheter som har monterats i lägenhetsmodulerna. Varje podd utgör ett komplett våtrum med prefabricerade, limmade kompositväggar samt golv, tak, installationer och anslutningar till lägenhetens övriga delar.

Badrumspoddarna placeras med en luftspalt mot lägenhetsskiljande väggar och en separat beklädnadsvägg i form av en lättregelvägg, se figur 9.



Figur 9: Installation av badrumspoddar i lägenhetsmoduler under tillverkning i fabriken. Foto: Maria Fäldt.

Ur skadeutredningssynpunkt är badrumspoddarna relevanta eftersom rum-i-rum-konstruktionen medför dolda anslutningar och svåråtkomliga utrymmen där fukt, lukt eller kontaminering kan finnas kvar.



Figur 10: Ritningsunderlag som visar badrumspoddens uppbyggnad.

Vid brand- och släckvattenskador behöver särskild hänsyn tas till anslutningarna mellan badrumspodd, schakt, golv, väggar och installationer. Om släckvatten eller kontaminerat vatten har nått dessa utrymmen kan skadeomfattningen vara svår att bedöma utan friläggning. Även lukt- och sotkontaminering kan vara svår att lokalisera om den har spridits genom schakt eller hålrum bakom poddarna.

Badrumspoddarnas placering redovisas därför i den utsträckning som de har påverkat skadeinventeringen, rivningsomfattningen eller strategin för återställning.

3.2 Brandtekniska förutsättningar

Byggnaden är enligt brandskyddsbeskrivningen utförd i byggnadsklass Br1 (stort skyddsbehov) med verksamhetsklass Vk3A (bostäder) enligt Boverkets byggregler BFS 2011:6 med ändringar t.o.m. BFS 2015:3 (BBR 22). Brandskyddet är i huvudsak utfört med förenklad dimensionering, medan ventilationsbrandskyddet har dimensionerats analytiskt.

Bostadslägenheterna, vindsförråd, teknikutrymmen och tvättstuga utgör egna brandceller och är avskilda i lägst brandteknisk klass EI 60. Även brandcellsskiljande bjälklag, väggar och ingående öppningskompletteringar har generellt krav på EI 60. Trapphuset är öppet och ingår i samma brandcell som hissen. Trapphuset är försett med brandgasventilation via en öppning i trapphusets topp (fri area minst 1 m²). Ventilationskanaler som kommer upp ur schakt till vindsplan är brandisolerade med isolering motsvarande lägst EI 60. Utrymmen som utgör utrymningsväg ska vara brandtekniskt avskilda.

Schakt är brandavskilda med brandteknisk klass EI 60. Schakten är uppbyggda av en stålregelstomme och dubbla lager brandgips.

Bostäderna är försedda med brandvarnare men saknar automatiska släcksystem, så kallade sprinklers. Ventilationssystemet utgörs av ett FTX-system som betjänar flera brandceller, där skydd mot brandgasspridning mellan brandcellerna hanteras genom analytiskt dimensionerat ventilationsbrandskydd med fläktar i drift och backströmningsskydd.

Byggnaden är tillgänglig för räddningstjänst via gatunät och räddningsväg med uppställningsplats för höjdfordon.

3.3 Fukttekniska förutsättningar

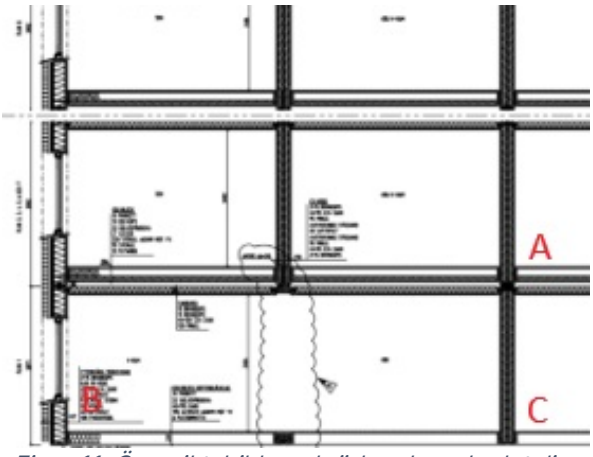
Byggnadens fukttekniska förutsättningar påverkas i hög grad av att den är uppförd av prefabricerade trämoduler. Modulerna innehåller flera skikt, anslutningar och hålrum där vatten kan transporteras, samlas eller sugas upp. Detta skiljer sig från många traditionella byggsystem där exempelvis betongbjälklag eller massivträbjälklag kan ge andra förutsättningar för vattenspridning och uttorkning [13].

Vid en släckinsats kan vatten spridas både vertikalt och horisontellt i byggnaden. Fritt vatten kan rinna genom schakt, installationsgenomföringar, skarvar mellan byggnadsdelar och otätheter. Samtidigt kan vatten sugas upp kapillärt i porösa material såsom gips, träbaserade skivor, isolering och trästommar [6]. Uppsuget vatten kan vara en utmaning eftersom det kan bli kvar i dolda skikt och ge långvarig fuktbelastning även efter att synligt vatten har avlägsnats.

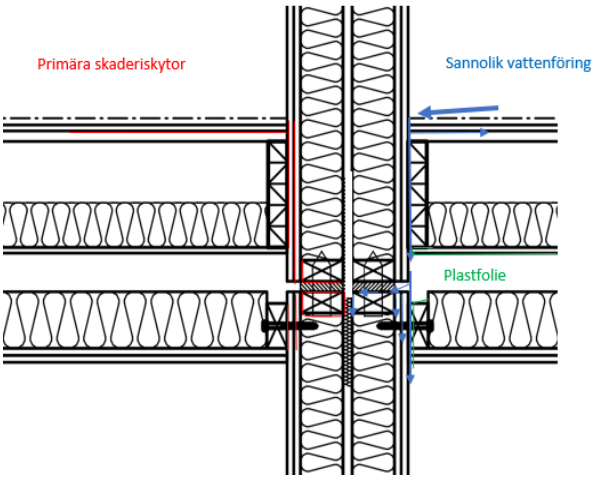
Följande byggnadsspecifika förhållanden bedöms vara särskilt relevanta för fuktskadeutbredningen, se Figur 11-Figur 14:

- Mängden luftspalter (se detalj A).
- Tak- och golvbjälklagen är infästa mellan modulernas omgivande väggar. Det innebär att gipsskivor kläms i anslutningen mellan bjälklag och lägenhetsskiljande väggar eller ytterväggar (se detalj A).

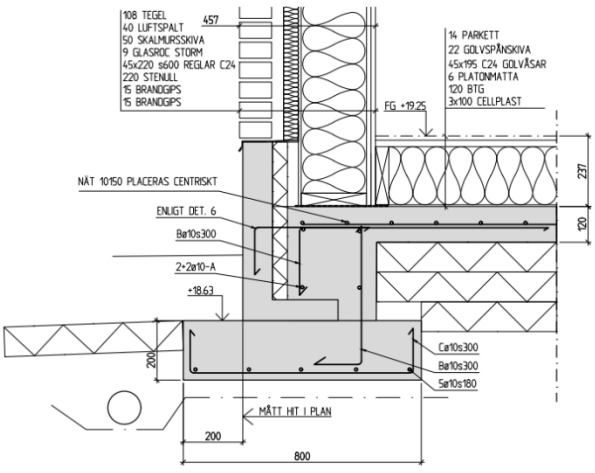
- En betongklack har gjutits för tegelupplag samt för anslutande mark. (se detalj B). Detta innebär att träbjälklag och gips hamnar långt ner dolt i golvkonstruktionen (detalj B och C).
- För att förstärka sidostabiliteten är alla byggnadens ytterhörn förstärkta med KL-träskivor.
- Prefabricerade badrumspoddar skapar rum i rummet där dels golvbjälklaget är försänkt i golvbjälklaget, dels skapar poddens takkonstruktion vattenansamlande ytor.



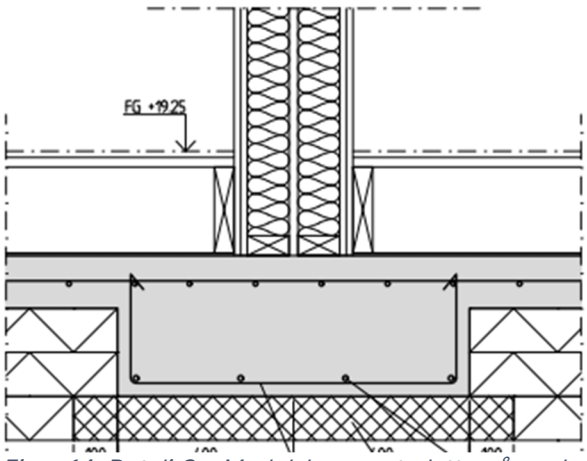
Figur 11: Översiktsbild med rödmarkerade detaljer.



Figur 12: Detalj A – modulskarv med klämd gips. Bedömda riskytor för fuktskada är markerade med rött till vänster och bedömd vattenföring med blått till höger.



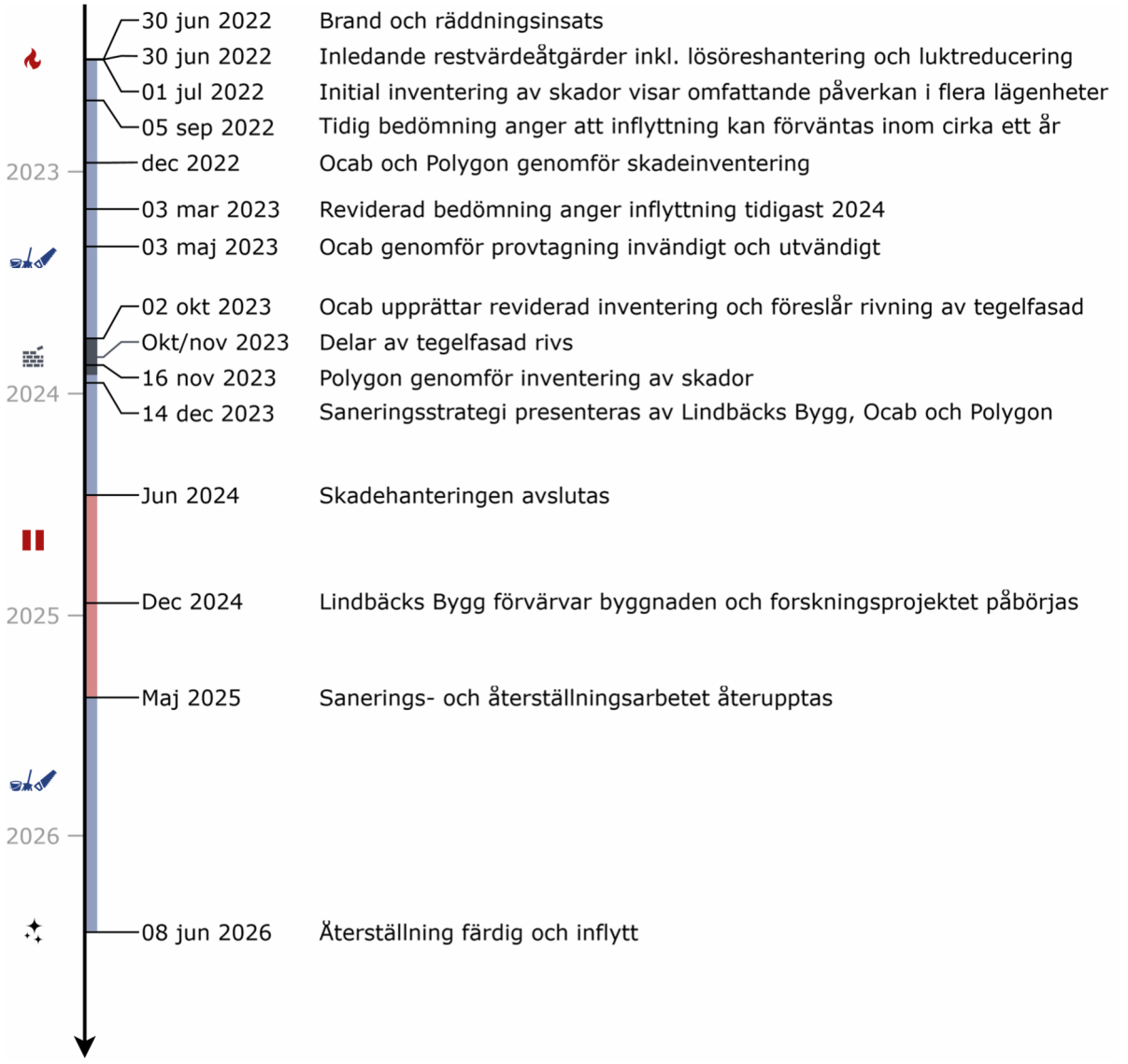
Figur 13: Detalj B – Sockeldetalj



Figur 14: Detalj C – Modulskarv mot platta på mark.

4 Tidslinje från brand till återställning

Detta kapitel redovisar händelseförloppet från brandtillfället till den planerade återställningen och inflyttningen. Syftet är att ge en sammanhållen bild av de huvudsakliga skeden som byggnaden genomgått: brand och räddningsinsats, den initiala inventeringen av skadorna och restvärdesåtgärder, inledande rivning och sanering, stillestånd samt avslutande sanering och återställning i Lindbäcks Byggs regi. En översiktlig tidslinje över dessa skeden redovisas i Figur 15.



Figur 15: Översiktlig tidslinje från brand till färdig återställning.

Tidslinjen bygger på tillgängliga handlingar, tidigare inventeringar av skadorna, entreprenörsunderlag, platsobservationer och uppgifter från projektets aktörer. Eftersom byggnaden har hanterats av flera aktörer under en längre tidsperiod varierar detaljeringsgraden mellan olika skeden. Redovisningen nedan är därför avsedd som en saklig sammanställning av kända huvudmoment, medan bedömningen av skadeutveckling och konsekvenser behandlas i senare analys- och diskussionskapitel.

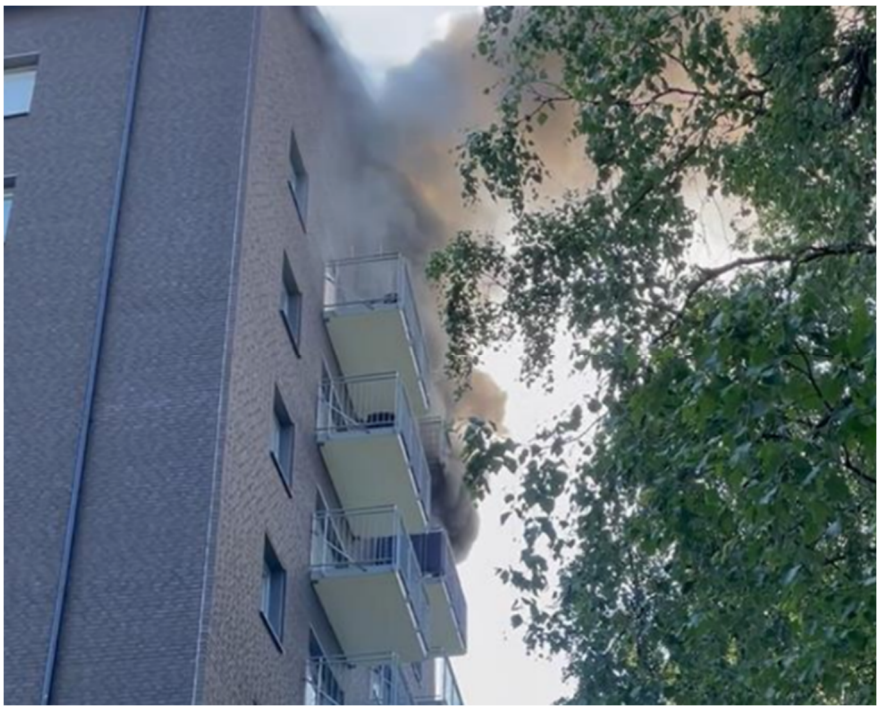
4.1 Brandförloppet och räddningsinsats

Branden inträffade den 30 juni 2022 och larmades in klockan 09:30. Räddningstjänstens första styrka var på plats klockan 09:38. Branden hade sitt ursprung i en lägenhet på sjunde våningsplanet, som visas i Figur 16. Branden orsakade både direkta brandskador och spridning av brandgaser, rök och sot till andra delar av byggnaden. I den efterföljande skadehanteringen kom den sida av trapphuset där brandlägenheten var belägen, inklusive lägenheterna ovanför och under, att benämnas ”brandtornet”.

Under räddningsinsatsen noterades fortsatt brandpåverkan i flera skeden. Efter att insatsen först bedömts kunna avslutas noterades brandgaser i fasadens luftspalt bakom teglet omkring klockan 11:30. Senare, omkring klockan 13:30, noterades även brand i bjälklaget mellan brandlägenheten och lägenheten ovanför. För att lokalisera och släcka branden i bjälklaget öppnades och frilades delar av konstruktionen. Räddningstjänstens aktiva insats avslutades klockan 17:26, varefter efterbevakning genomfördes [15].

Olycksutredningen redovisar att brand- och rökspridningen inte enbart skedde via synliga öppningar, utan även via flera byggnadstekniska detaljer och dolda hålrum. Brandspridning till konstruktionen skedde via takdosor för belysning samt via luftspalten i ytterväggen bakom tegelfasaden [15]. Utvändig brandspridning skedde även från brandlägenhetens fönster och balkongdörr till den ovanliggande balkongen. Rökspridning skedde på motsvarande sätt samt via modulskarvar och vidare till lägenheten ovanför brandlägenheten.

Räddningsinsatsen medförde vattenpåföring i brandlägenheten, både genom invändig och utvändig släckning. Vid den senare konstruktionsbranden i bjälklaget mellan plan 7 och 8 användes dimspik och friläggning för att säkerställa släckningen. Släckvatten tillfördes därmed både brandutsatta och angränsande byggnadsdelar [15]. Den fortsatta skadehanteringen omfattade både direkta brandskador, rök- och sotskador samt släckvatten- och fuktrelaterade skador.

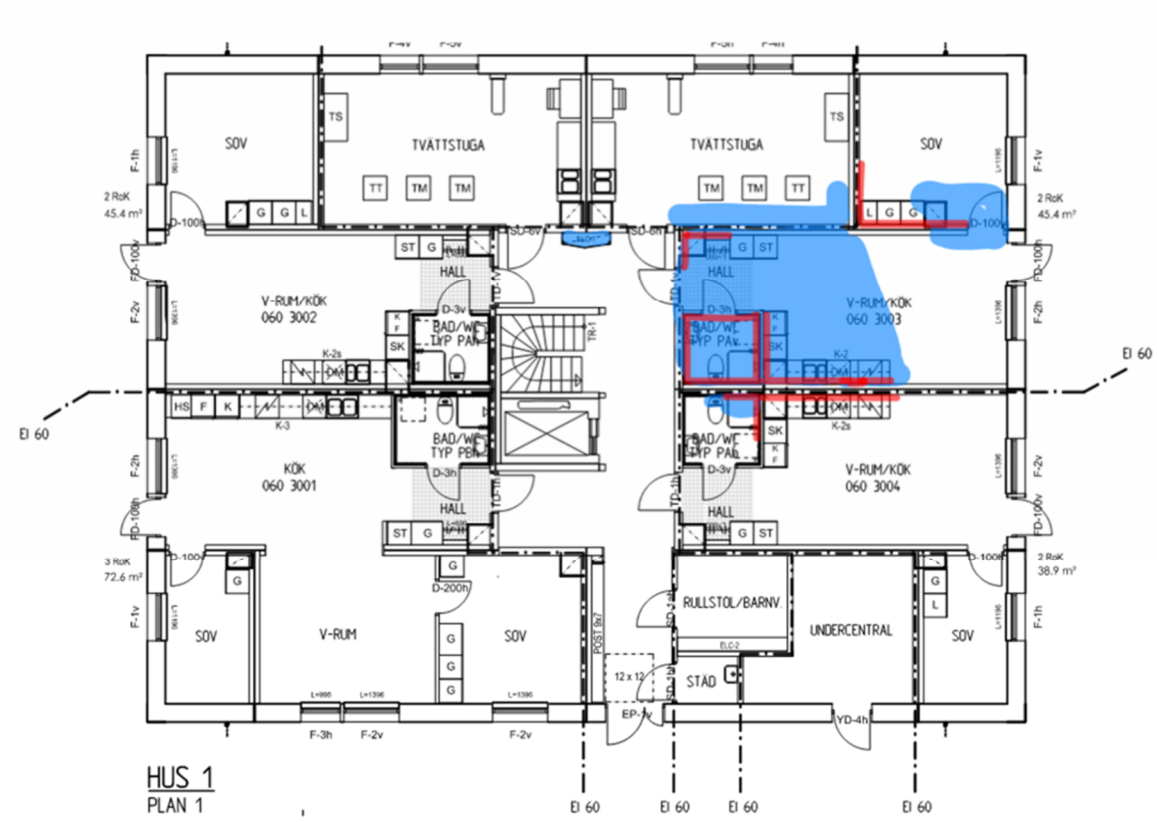


Figur 16: Foto taget kl. 09:41, cirka tre minuter efter räddningstjänstens framkomst. Foto: Rasmus Strömberg [15].

4.2 Initial skadeinventering och restvärdeåtgärder

Efter branden genomfördes en initial skadeinventering för att bedöma skadeomfattningen och identifiera behovet av akuta skadebegränsande åtgärder. Inventeringen utfördes av en byggentreprenör på uppdrag av ett försäkringsbolag, med fastighetsägaren som berörd part. Besiktningen genomfördes den 4–5 juli 2022 och redovisades i ett utlåtande daterat den 6 juli 2022.

Vid besiktningen bedömdes 15 lägenheter vara påverkade av brand eller släckvatten, medan ytterligare 15 lägenheter bedömdes behöva röksaneras. Släckvatten hade spridits nedåt genom flera schakt under brandlägenheten. Trapphuset var påverkat i varierande omfattning och vatten hade ansamlats i hisschaktets botten. Ett kompletterande utlåtande för lägenhet 3002 daterat den 19 juli 2022 redovisade ytterligare fuktkontroller.



Figur 17: Exempel på en tidig uppskattning av fuktskada, markerad på en ritning i besiktningsutlåtandet daterat den 6 juli 2022.

I samband med inventeringen konstaterades att släckvatten hade spridits till underliggande lägenheter via byggnadens schakt. Generellt angavs att vatten hade runnit ned i tre till fyra schakt i lägenheterna under brandlägenheten. Även trapphuset bedömdes vara påverkat i varierande omfattning och inkluderades i skadebilden.

Förutsättningarna för den initiala skadeinventeringen och planeringen av skadebegränsande åtgärder försvårades av att byggnadens samlade vattenbelastning inte var känd. Det saknas uppgifter om hur mycket släckvatten räddningstjänsten använde. Under släckningsarbetet noterades dessutom att en vattenledning i brandlägenheten hade brunnit av och sprutat vatten under en period. Det har därför inte varit möjligt att i efterhand kvantifiera vattenmängderna eller säkert skilja mellan vatten från släckinsatsen och vatten från den skadade vattenledningen.

Parallellt med skadeinventeringen genomfördes tidiga restvärdesåtgärder. En saneringsentreprenör var på plats och hade bland annat påbörjat åtgärder med ozonaggregat i ett antal lägenheter samt slussning i trapphus. Byggentreprenören påbörjade även tätning av fönster som rivits eller skadats i samband med släckningsarbetet.

I det tidiga skedet genomfördes också tekniska kontroller kopplade till byggnadens funktion och säkerhet. Hissar besiktigades av hissentreprenörer och bedömdes vara godkända för användning. Samtidigt noterades att vatten fanns i hisschaktets botten och att hissen behövde saneras. En gavel spärrades även av med anledning av risk för

ras från brandskadade balkonger. Material som placerats på skadade balkonger i samband med den inledande utredningen planerades att avlägsnas med en höglyftare.

Byggentreprenören för skadehanteringen tog i detta skede en samordnande roll i den fortsatta återställningsprocessen och angavs som huvudentreprenör med ansvar för att samordna byggprocessen. I den tidiga planeringen identifierades behovet av strategiska öppningar i konstruktionen för att kontrollera skadeutbredning och eventuella fuktskador i dolda utrymmen. Det angavs bland annat att schakt på bottenvåning skulle öppnas, att golv skulle öppnas upp samt att byggnadens hustillverkare skulle ta fram ritning för strategisk rivning. Lindbäcks Bygg, som var den ursprungliga hustillverkaren, bidrog i denna del av skadehanteringen med teknisk systemkunskap och rådgivning och har bland annat tagit fram underlag för hur strategisk rivning skulle kunna gå till.

Ocab och Polygon genomförde under 2022 och 2023 kompletterande inventeringar av skadorna och provtagningar där uppskattad skadeutbredning och friläggningsplan presenterades på ritningsunderlag, se exempel i Figur 18.

4.3 Initiala rivnings- och saneringsåtgärder

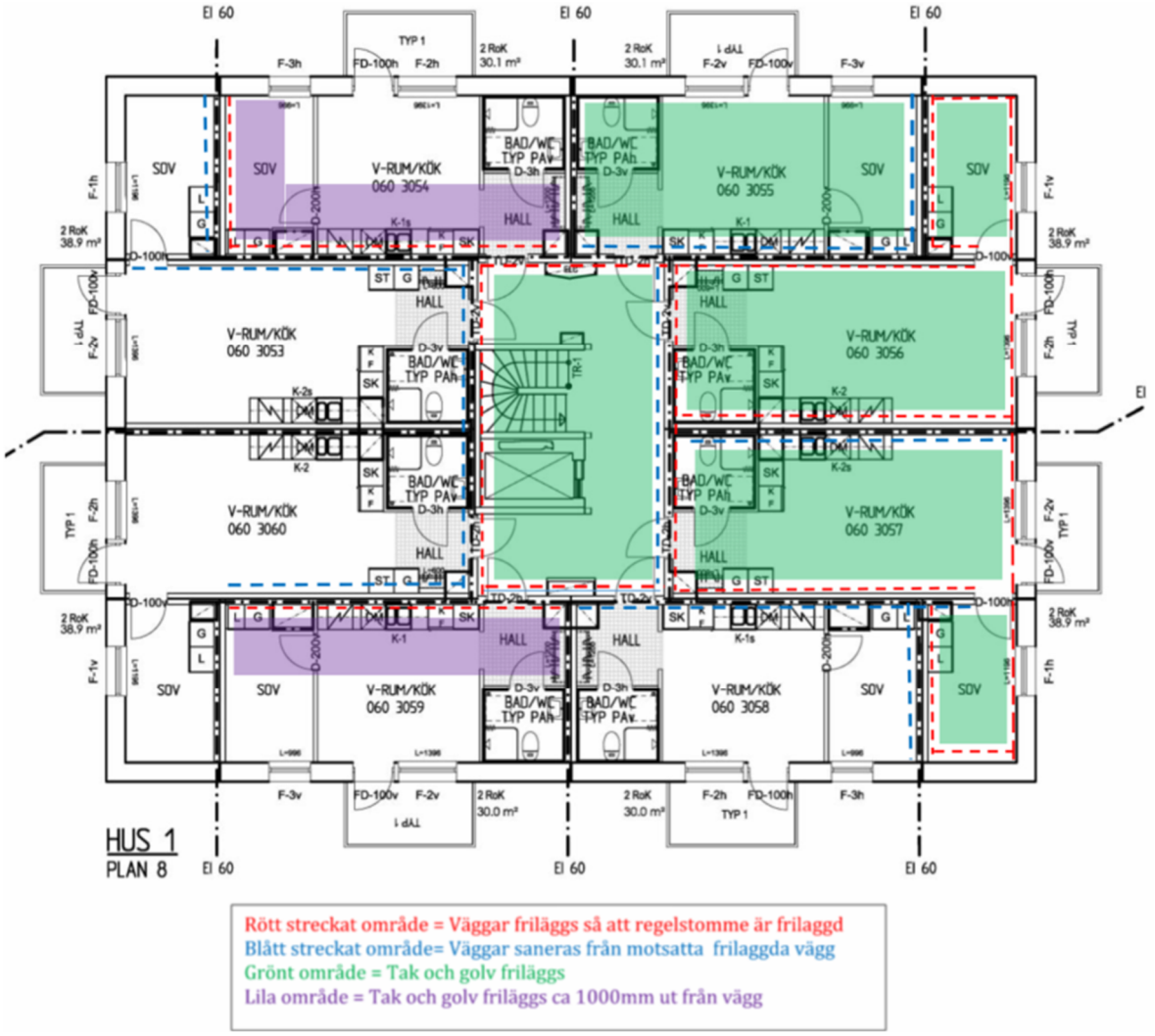
Efter de initiala restvärdesåtgärderna övergick arbetet till successiv rivning, friläggning och sanering. Åtgärderna anpassades löpande i takt med att skadebilden klargjordes. Tillgängligt underlag medger inte en fullständig redovisning av varje arbetsmoment, men huvudarbetena kan sammanfattas enligt följande:

- tätning av öppningar och skadade fönster
- hantering och flytt av lösöre
- utplacering av ozonaggregat och andra luktreducerande åtgärder
- öppning av schakt och vissa golvkonstruktioner
- rivning och friläggning av skadade eller misstänkt skadade byggnadsdelar
- omfattningsmätning och kompletterande skadeinventering
- torkåtgärder
- provtagning och uppföljning
- fasadinventering och senare rivning av tre fjärdedelar av tegelfasaden

Fasadinventeringen genomfördes under hösten 2023 och ledde till ett förslag på att riva cirka tre fjärdedelar av tegelfasaden.

Inventeringen genomfördes drygt ett år efter branden. Under perioden mellan branden och inventeringen hade delar av fasaden och de bakomliggande konstruktionerna varit utsatta för släckvatten, nederbörd och varierande grad av väderskydd.

I december 2023 presenterade Lindbäcks Bygg, Ocab och Polygon en gemensam åtgärds- och saneringsplan. Planen beskrev ansvarsfördelning, föreslagen arbetsordning, behov av kompletterande provtagning och principer för kontroll och dokumentation.



Figur 18: Exempel på friläggningsplan för plan 8, daterad 2023-02-26.

4.4 Stilleståndd

I juni 2024 avslutades den aktiva saneringsentreprenaden. Fastighetsägaren valde då att ta emot kontantersättning från försäkringsbolaget i stället för att genomföra en återuppbyggnad [16, 17]. För den fortsatta tekniska analysen är det centrala att inget aktivt saneringsarbete därefter bedrevs under en längre period.

Efter att entreprenaden avslutats följde ett stilleståndd på drygt ett år innan skadehanteringen återupptogs i Lindbäcks Byggs regi. Under denna period fanns kvarstående brand- och fuktskador samtidigt som det tidigare väderskyddet hade demonterats och delar av byggnaden var väderexponerade. Det råder osäkerhet om klimatförhållandena i byggnaden under stilleståndsperioden. I efterhand har även fuktskador till följd av frusna vattenledningar identifierats.

Flera konstruktioner var inte heller återställda eller väderskyddade i tillräcklig omfattning för att begränsa den fortsatta skadeutvecklingen. Stilleståndets betydelse för skadeutvecklingen behandlas närmare i resultat- och diskussionskapitlen.

4.4.1 Tegelfasad och yttervägg

Tegelfasaden behövde initialt rivas på grund av brand-, sot- och luktpåverkan. Vintern 2023 hade cirka tre fjärdedelar av fasadteglet rivits. Efter att entreprenaden stoppats 2024 demonterades ställningen och väderskyddet. Vid denna tidpunkt saknades hängrännor samt anslutna stuprör eller temporära lösningar för avledning av takvatten.

När ytterligare ytor öppnades efter att Lindbäcks Bygg tagit över, konstaterades mer omfattande fuktpåverkan än vad som tidigare varit känt, vilket medförde fortsatt friläggning, uttorkning och materialutbyte. Slutligen revs även den återstående tegelfasaden, dels av skadeskäl på grund av nyskador, dels för att möjliggöra en enhetlig ny fasadlösning. Balkongplattorna demonterades och har återanvänts på den nya fasaden.

Under vissa skeden var bakomliggande skivmaterial och den öppna ovansidan av kvarvarande tegelfasad exponerade för väder. Detta är relevant för analysen av fuktrelaterade följdskador och nyskador samt för fördelningen mellan skadebetingade åtgärder och projektanpassningar.

I samband med återställningen har fasadlösningen ändrats. Denna förändring påverkade vilka delar av fasaden som revs, vilka delar som ersattes och hur kostnaderna fördelades mellan skadebetingade åtgärder och åtgärder som följer av valet av en ny, enhetlig fasadlösning.

4.4.2 Sockel

Tegelfasaden står på en förhöjd betongsockel med mellanliggande tegelpapp som är uppvikt mot modulvägg (vindskyddsskiva av gips). I samband med rivning har denna papp skadats, vilket har gjort att slagregn som rinner på gipsskivan har tagit sig in bakom pappen och fuktbelastat främst ytterväggssyllen.

Eventuell påverkan på syllar, skivmaterial och bakomliggande träkonstruktioner behandlas vidare i skadeanalysen.

4.5 Avslutande rivning och sanering

Lindbäcks Bygg förvärvade byggnaden i december 2024. I januari 2025 inleddes planering, kompletterande kontroller samt förberedande rivnings- och skyddsåtgärder. Den mer omfattande saneringen och återställningen påbörjades i maj 2025, efter att nödvändiga lov och övriga förutsättningar hade klarlagts.

4.5.1 Startförutsättningar

När Lindbäcks Bygg tog över byggnaden i december 2024 fanns det ett omfattande underlag från tidigare skadeutredningar, inventeringar och saneringsåtgärder. Samtidigt kvarstod behovet av ytterligare kontroller, kompletterande friläggning, sanering och återställning. Byggnaden hade vid denna tidpunkt genomgått den initiala skadehanteringen efter branden, delar av fasaden men all skadehantering hade avslutats i juni 2024.

Vid övertagandet saknades den inklädda ställningen som tidigare hade fungerat som väderskydd. Lindbäcks Bygg genomförde därför ett antal temporära åtgärder för att minska den fortsatta väderexponeringen. Exempelvis kopplades stuprör till tillfälliga slangar för att leda bort regnvatten från fasaden och skador vid sockeln tätades med plast.

Återställningsarbetena kunde inte påbörjas fullt ut vid övertagandet eftersom bygglovet behövde revideras med hänsyn till den nya fasadlösningen och de nya planlösningarna. Under denna period fanns endast rivningslov, vilket innebar att arbetena huvudsakligen begränsades till rivning, kontroll och tillfälliga skyddsåtgärder. Saneringen och återställningen tog därför vid först i maj 2025.

4.5.2 Strategi

Strategin för den avslutande saneringen var att fortsätta friläggningen enligt den tidigare friläggningsplanen från 2023-02-26 (se exempel i Figur 18 ovan), samt systematiskt kontrollera och åtgärda skadade byggnadsdelar. Arbetet behövde samordnas med byggnadens konstruktiva förutsättningar, eftersom omfattande rivning av skivmaterial och andra byggnadsdelar kunde påverka byggnadens stabilitet och bärförmåga.

Saneringsarbetet omfattade både invändiga och utvändiga delar av byggnaden. Vid rivning och friläggning användes metoder för att begränsa spridning av partiklar och kontaminering, bland annat genom avgränsning av arbetsområden, luftrening och i vissa fall fläktförstärkt undertryck. Även arbete utan aktivt undertryck förekom, men detta har följts upp i rapporten.

4.5.3 Inmätning och uppföljning av skador

Under den avslutande saneringsfasen följdes skadeutbredningen löpande upp i samband med friläggningen. Frilagda konstruktioner bedömdes med avseende på synlig skada, sot, lukt, fuktpåverkan och mikrobiell förekomst genom analys vid ett externt laboratorium. Vid uppenbar skada avlägsnades materialet och åtgärden dokumenterades.

Resultaten från uppföljningen noterades i projektets kalkylbladsunderlag. Därmed kunde den initiala skadebedömningen (se Figur 18 ovan) jämföras med den faktiska skadeutbredningen efter friläggning. Denna löpande uppföljning utgör en viktig grund för resultatkapitlets redovisning av skador och kostnader.

4.5.4 Arbetsmoment för rivning/sanering

De avslutande rivnings- och saneringsarbetena omfattade bland annat:

- fortsatt friläggning av invändiga byggnadsdelar
- ventilering av regelkonstruktioner och luftspalter med fläkt
- rivning av skadade eller misstänkt kontaminerade material
- kontroll av frilagda konstruktioner
- utvändig sanering och åtgärder kopplade till fasad
- hantering av fuktrelaterade skador

- åtgärder kopplade till schakt, väggar, bjälklag och anslutningar
- partikelbegränsande åtgärder under rivning
- dokumentation och återkoppling

Arbetena genomfördes successivt och anpassades efter skadebilden, byggnadens stabilitet och den planerade återställningen.

4.6 Återställning

Återställningen omfattar både åtgärder för att ersätta skadade byggnadsdelar och projektspecifika förändringar som genomförs i samband med att byggnaden åter tas i bruk.

I återställningen ingår bland annat en ny fasadlösning, återuppbyggnad av rivna byggnadsdelar, återställning av invändiga ytor samt vissa förändringar i lägenhetsindelningen. Eftersom vissa åtgärder är direkt kopplade till brandskadan medan andra avser ombyggnad eller anpassning behöver kostnaderna särskiljas i den ekonomiska analysen.

5 Resultat av skadeutbredning och skadehantering

I detta kapitel redovisas resultat från projektets skadeinventering samt analys av hur skadeutfallet har påverkat rivningsbehovet och saneringsstrategin. Analysen bygger på platsbesök, tidigare inventeringar av skadorna, friläggnings- och rivningsunderlag, löpande skadebedömningar under saneringsarbetet samt projektets sammanställda underlag.

Resultaten redovisas enligt de skadekategorier som definieras i avsnitt 1.2. Indelningen används för att skilja den direkta grundskadan från den del av skadebilden som bedöms ha varit påverkbar och fungerar som ett analysverktyg för att förstå skadeutvecklingen, saneringsbehovet och möjliga lärdomar för framtida skadehantering, utan att innebära en bedömning av enskilda aktörers ansvar.

I Bilaga B och Bilaga C presenteras skadeutbredningen i respektive lägenhet för de olika skadekategorierna.

5.1 Skador från brand, rök och sot

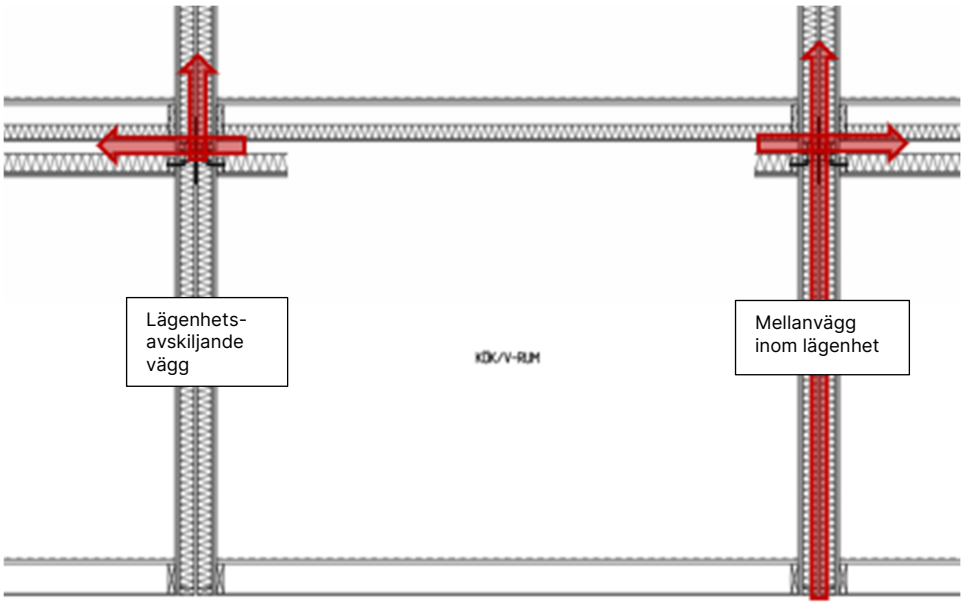
Brand-, rök- och sotskador omfattar byggnadsdelar där åtgärdsbehovet har bedömts vara direkt kopplat till brandförloppet, spridning av brandgaser och sot eller kvarvarande luktpåverkan. Skadorna omfattar såväl synligt brandskadat material som material som var så kraftigt nedsmutsat eller påverkat av sot och lukt att det inte bedömdes kunna bevaras.

Brandgasspridningen i form av rök och sot har inte varit begränsad till brandlägenheten, utan har kunnat sprida sig till angränsande delar i byggnaden via öppningar, schakt, bjälklag, anslutningar och otätheter.

Efter att räddningstjänsten hade släckt den initiala branden kvarstod en glödbrand i takbjälklaget. För att lokalisera och släcka glödbranden behövde delar av konstruktionen brytas upp. Glödbranden innebar att brandgaser fortsatte att produceras under en förhållandevis lång tid efter den initiala släckinsatsen.

Figur 19 visar de bedömda spridningsvägarna för brandgaser från brandlägenheten samt deras påverkan på de angränsande konstruktionerna. Takbjälklaget har tagits bort i figuren för att tydliggöra spridningsvägarna. Pilarna visar den bedömda spridningen av brandgaser som har orsakat rök- och sotskador. Detta innebär inte nödvändigtvis att en faktisk brandspridning med flammor har skett till samtliga markerade byggnadsdelar.

Brandlägenheten bestod av två moduler. Den större modulen innehöll kök, vardagsrum och toalett, medan den mindre modulen, placerad i byggnadens ytterhörn, utgjorde sovrum. Mellan modulerna har brand och brandgaser spridits via dörrkarmen i mellanväggen mellan kök/vardagsrum och sovrum.

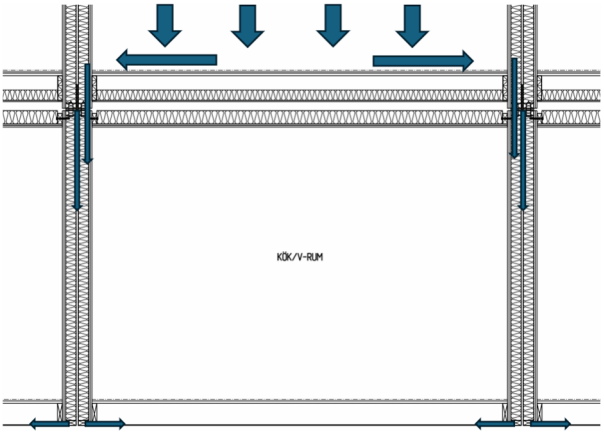


Figur 19: Brandgasspridning från brandlägenheten med nedbrutet takbjälklag.

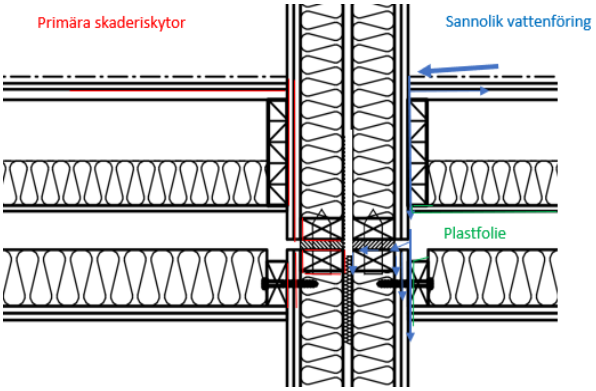
5.2 Skador från släckvatten

Direkta fuktskador omfattar byggnadsdelar där släckvatten har orsakat sådan påverkan att materialet inte bedöms kunna räddas med rimlig åtgärdsinsats. Dessa skador skiljs från följdskador genom att åtgärdsbehovet bedöms ha förelegat redan i nära anslutning till brand- och släckinsatsen.

Baserat på genomförda fuktinventeringar bedöms släckvatten främst ha spridits via två transportvägar: via golvbjälklag och vidare ned i modulväggar samt via vertikala schakt. Släckvatten som tillförts brandlägenheten har kunnat följa golvbjälklagets ovansida till golv-vägganslutningar, där vattnet har tagit sig ned via skarvar och anslutningar. Delar av vattnet har därefter droppat ned mot underliggande konstruktioner eller sugits in i modulväggar och skivmaterial. I vertikala schakt har vatten kunnat transporteras mellan våningsplan och orsaka fuktpåverkan i gipsskivor, träreglar och anslutande byggnadsdelar. Se Figur 20–Figur 23 nedan.



Figur 20: Förenklad bedömning av vattentransportväg (blå).



Figur 21: Modulskarv med klämd gips. Till vänster visas primärt fuktskadade ytor i rött och till höger bedömd vattentransportväg i blått.



Figur 22: Uppsågat takbjälklag med klämd folieremsa synlig.



Figur 23: Gipsat schakt i brandtornet med mögelpåväxt på och bakom gips.

Badrumspoddarna (se avsnitt 3.1.4) har haft stor betydelse för både skadeinventeringen och kostnadsbilden. Även om badrumspoddarnas area är begränsad jämfört med väggar, golv och tak, innebär de en hög enhetskostnad på grund av installationskomplexitet, våtrumskrav, materialval och behovet av flera yrkeskategorier vid rivning och återställning.

Av byggnadens 60 badrumspoddar revs 21. De huvudsakliga orsakerna var dels vattenansamling på poddarnas ovansida, dels behovet av åtkomst till de bakomliggande väggkonstruktionerna. Ocab bedömer att 12 av de rivna poddarna hade kunnat räddas genom en tidig och avgränsad uttorkningsinsats. Resultatet visar att orsaken till rivningen behöver särskiljas mellan faktisk skada på podden, skada bakom podden, åtkomstbehov och försiktighetsåtgärd.

Badrumspoddar bör hanteras som särskilda riskobjekt vid brandskador i modulbyggnader. Tidig kontroll ovanför, bakom och intill podden bör prioriteras. Om podden behöver rivas för åtkomst bör orsaken dokumenteras separat: faktisk skada på podd, skada bakom podd, åtkomstbehov eller försiktighetsåtgärd. Detta är nödvändigt för att kunna särskilja faktisk skada, skadeorsak och kostnadsansvar.

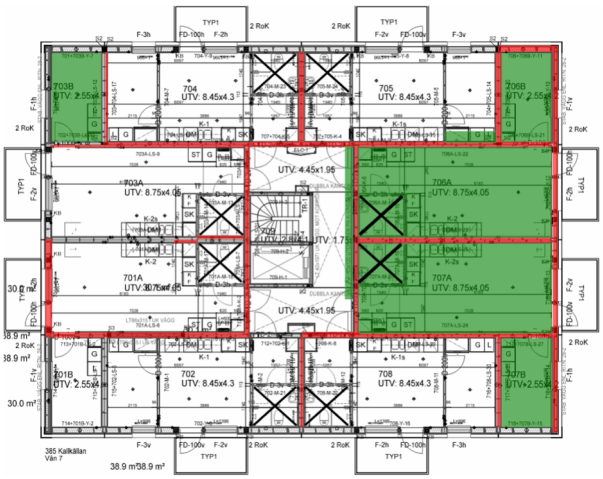
5.3 Fuktrelaterade följdskador

Följdskador omfattar skador där ursprunget är släckvatten eller initial fuktbelastning efter branden, men där skadeomfattningen bedöms ha kunnat begränsas genom tidigare eller mer riktade åtgärder. Denna kategori är central för projektets analys, eftersom den visar hur skadeutvecklingen påverkas av tid, åtkomst och åtgärdsstrategi.

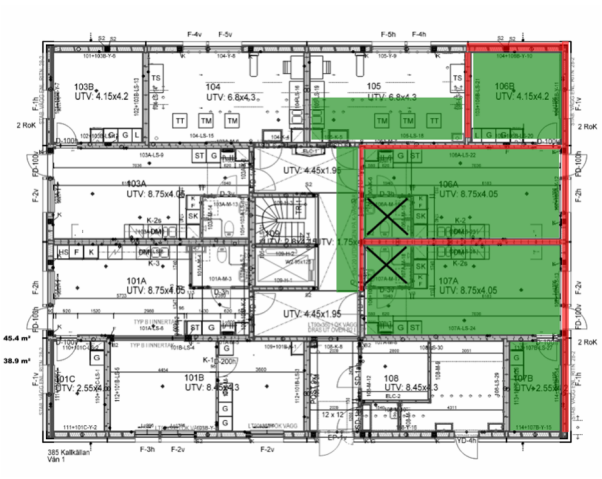
Exempel på följdskador är kvarvarande fukt i bjälklag, klämd gips, isolering, träreglar och schaktväggar där uttorkning eller friläggning inte skett tillräckligt tidigt eller inte kunnat verifieras. Skadorna har i flera fall först kunnat konstateras efter att konstruktionen öppnats. Detta visar att frånvaro av synligt fritt vatten inte är tillräckligt för att bedöma att en träkonstruktion är skadefri.

Följdskadorna har lett till ett ökat rivningsbehov, ett mer omfattande materialutbyte, behov av mekanisk sanering och i vissa fall kompletterande kemisk behandling eller spärrmålning. De har också bidragit till att vissa byggnadsdelar har behövt rivas för åtkomst, även om den frilagda ytan inte alltid har visat sig vara skadad.

Fuktskador från släckningsarbetet noterades främst i golvbjälklagens ytskikt, i klämd gips vid anslutningar mellan väggar och golv- eller takbjälklag samt i gipsskivor och träreglar intill vertikala schakt. Skador noterades även i organiskt material i anslutning till bottenplattan inom brandtornet, det vill säga i de lägenheter som ligger vertikalt över och under brandlägenheten, markerade med volymnummer 706 i Figur 24.



Figur 24: Huvud- och följdskador i golv (grön) och väggar (röd), plan 7.



Figur 25: Huvud- och följdskador i golv (grön) och väggar (röd), plan 1.

Se bilagorna Bilaga B, Bilaga C, och Bilaga D för en fullständig redovisning av skadeutbredningen.

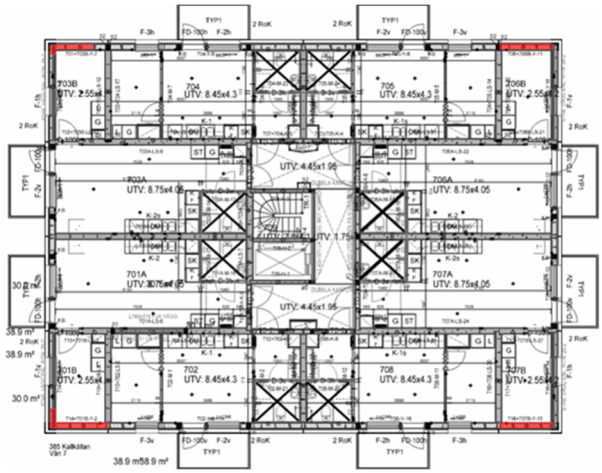
5.4 Fuktrelaterade nyskador

Fuktrelaterade nyskador avser skador som, utifrån tillgängligt underlag, bedöms ha uppstått efter den ursprungliga brand- och släckinsatsen. Dessa är främst kopplade till stillestånd, väderexponering, bristande temporärt väderskydd, inläckage samt lokala kondens- och frysskador.

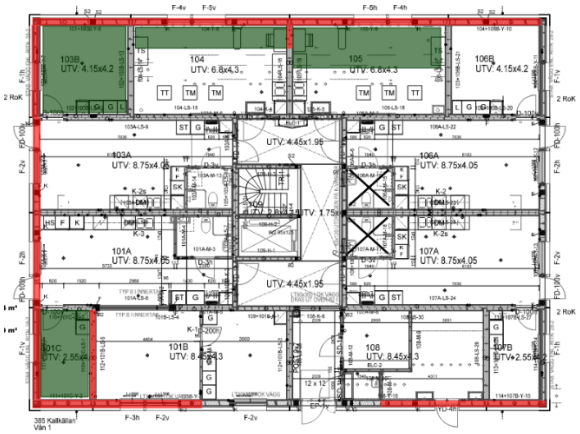
De tydligaste riskområdena var ytterväggar, sockelanslutningar, fönster- och balkongdörrsanslutningar samt ytterväggshörn med KL-trä. När tegelfasaden och bakomliggande skivmaterial hade öppnats kunde nederbörd belasta konstruktionen. Skadad papp, otäta skarvar och vattenavrinning längs vindskyddsskivor ökade särskilt risken för fuktpåverkan på syllar och träbaserade material.

I byggnaden uppstod fuktrelaterade skador i ytterväggshörn på flera plan, med störst omfattning på plan 1, se Figur 26 och Figur 27. Skadorna noterades främst i stomstabiliserande KL-träskivor. Bidragande orsaker bedöms ha varit avsaknad av fungerande avledning via stuprör samt exponerade vindskyddsskivor, längs vilka vatten kunde rinna nedför fasaden.

Under den senare saneringsentreprenaden bidrog även invändigt fukttillskott från exempelvis målning, i kombination med låg utomhustemperatur, till kondens på skyddsplast, främst i fönsteröppningar, samt till fuktskador i den nordöstra gaveln.



Figur 26: Skador i golv (grön) och väggar (röd) på grund av inläckage, plan 7.



Figur 27: Skador i golv (grön) och väggar (röd) på grund av inläckage, plan 1.

5.5 Kartläggning av skador – initial och slutlig skadebedömning

Syftet med kartläggningen har varit att jämföra den skadeutbredning som bedömdes i ett tidigt skede med den skadeutbredning som senare kunde verifieras genom friläggning och uppföljande kontroller. Jämförelsen visar dels hur bedömningen förändrades när mer information blev tillgänglig, dels hur stor del av den initialt misstänkta skadeutbredningen som senare kunde friskrivas.

Den initiala skadebedömningen påbörjades omedelbart efter branden och baserades på okulära observationer, luktbedömningar, fuktindikationsmätningar och erfarenhetsbaserade bedömningar. Resultatet dokumenterades i ritningsunderlag och överfördes därefter till projektets kalkylbladsunderlag, där skadeinformationen kopplades till plan, lägenhet, modul och byggnadsdel enligt metodiken i avsnitt 2.2.

Skadebedömningen uppdaterades successivt i takt med att byggnadsdelar frilades under rivnings- och saneringsarbetet. De frilagda konstruktionerna kontrollerades bland annat genom okulära observationer, luktbedömningar och

fuktindikationsmätningar. Tidigare bedömningar kunde därmed verifieras, avgränsas eller revideras när bakomliggande material och dolda skikt blev åtkomliga.

5.5.1 Initialt och slutlig bedömd skadearea

I rapporten uttrycks skadeutbredningen som byggnadsdelsarea. För varje registrerad byggnadsdel har en procentuell skadegrad bedömts. Om exempelvis 20 % av en vägg bedömts vara skadad, redovisades 20 % av väggens area som skadearea. Skadearean beskriver därmed den uppskattade fysiska skadeutbredningen och motsvarar inte nödvändigtvis den area som behöver öppnas, rivas eller återställas.

Med denna redovisningsprincip uppgick den initialt bedömda skadearean till 3 338 m². Efter friläggning och uppföljande kontroller uppgick den slutligt bedömda skadearean till 2 297 m². Jämförelsen mellan bedömningarna redovisas i Figur 28.

Det har även uppskattats att 807 m² oskadad byggnadsdelsarea revs. Detta innebär dock inte nödvändigtvis att rivningen var obefogad. Oskadade material kan ha behövt avlägsnas för att skadade eller bakomliggande byggnadsdelar skulle kunna kontrolleras och åtgärdas. I vissa fall kan det även ha varit praktiskt eller tekniskt motiverat att avlägsna en större sammanhängande yta än den direkt skadade delen. Samtidigt kan det inte uteslutas att delar av den oskadade arean revs till följd av att den initiala skadebedömningen överskattade skadeutbredningen.

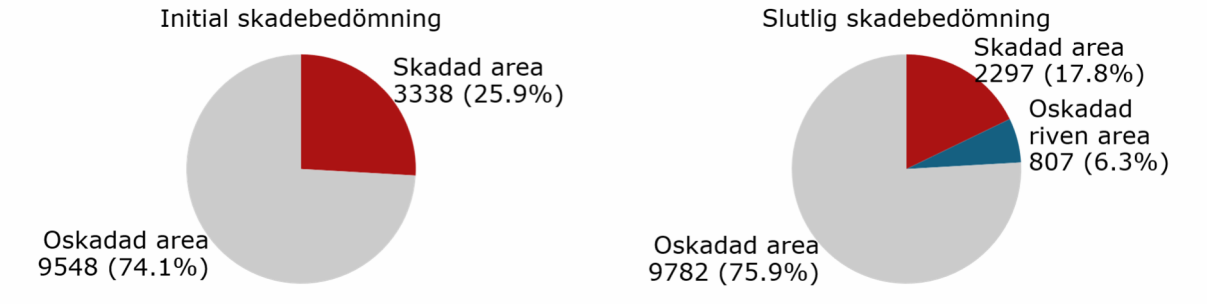
5.5.2 Förändring mellan initial och slutlig skadebedömning

Skillnaden mellan bedömningarna beror framför allt på att den initiala skadebedömningen genomfördes när delar av konstruktionen fortfarande var dolda. Bedömningen behövde därför ta hänsyn till möjliga spridningsvägar för brandgaser, rök, sot och fukt samt till osäkerheten kring skador i bakomliggande material och dolda skikt. Syftet var således främst att identifiera byggnadsdelar som kunde vara skadade eller behövde kontrolleras, inte att slutligt fastställa skadeutbredningen.

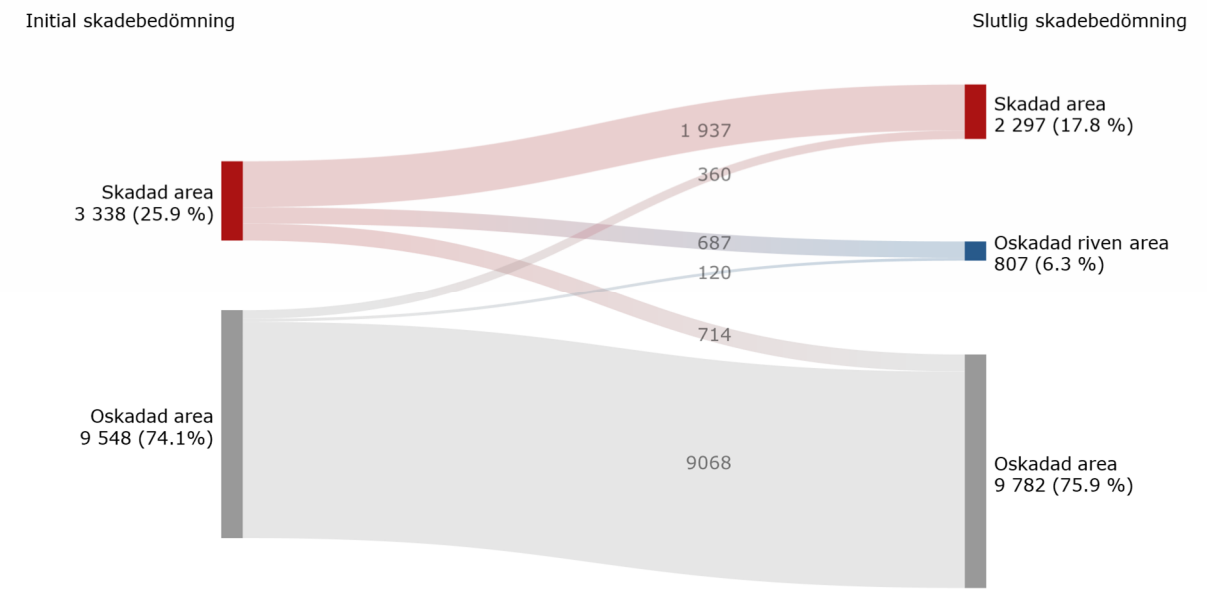
Skillnaden kan även delvis bero på att skador uppstod eller förvärrades under tiden mellan bedömningarna, exempelvis till följd av senare fuktpåverkan. I den aktuella byggnaden förekom dessutom ett längre stillestånd (se avsnitt 4.4). Under denna period kan viss röklukt ha avtagit, vilket kan ha påverkat den senare luktbedömningen.

Figur 29 visar hur klassningen av byggnadsdelsarean förändrades mellan den initiala och den slutliga skadebedömningen. Totalt omklassades 1 401 m² från skadad eller misstänkt skadad till oskadad area. Dessa ytor kunde alltså friskrivas efter friläggning och kontroll. Samtidigt identifierades 360 m² skadad area som inte hade klassats som skadad vid den initiala bedömningen. Dessa skador upptäcktes genom fortsatt friläggning och uppföljning.

Sammantaget var den slutligt bedömda skadearean 1 041 m², motsvarande cirka 31 %, mindre än den initialt bedömda skadearean (3 338 m² till 2 297 m²). Resultatet visar att den initiala bedömningen var försiktig. Det visar samtidigt att en sådan försiktighet kan vara motiverad när skador kan förekomma i dolda skikt och skadeutbredningen inte kan verifieras utan att konstruktionen öppnas.



Figur 28: Jämförelse mellan initialt bedömd och slutligt verifierad skadearea, beräknad utifrån procentuellt bedömd skadegrad för respektive byggnadsdel [m²].

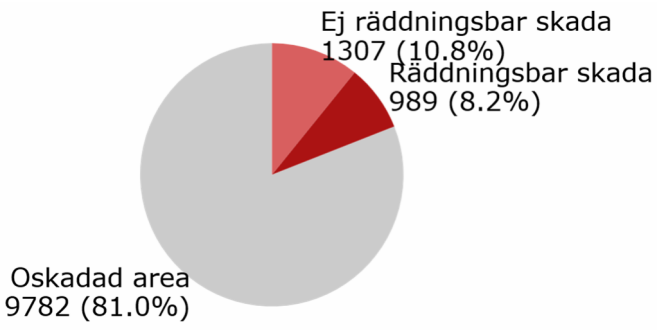


Figur 29: Alternativ jämförelse mellan initial skadebedömning och slutlig skadebedömning, uttryckt i area [m²].

5.5.3 Skadearea som bedömts ha kunnat undvikas

En ytterligare analys har gjorts av hur stor del av den slutligt bedömda skadearean som, enligt Ocabs bedömning, hade kunnat undvikas genom tidigare eller mer effektiva skadebegränsande åtgärder. Av den totalt slutligt bedömda skadearean på 2 297 m² bedömdes 989 m², motsvarande cirka 43 %, ha kunnat undvikas. Resterande cirka 57 % bedömdes således inte ha kunnat undvikas genom sådana åtgärder. Fördelningen redovisas i Figur 30. Bedömningen omfattar även fuktrelaterade följdskador och nyskador i den mån dessa ingår i den slutligt bedömda skadearean och bedömts ha kunnat begränsas genom tidigare eller mer effektiva skadebegränsande åtgärder.

Analysen ska ses som en bedömning av den potentiellt påverkbara skadeomfattningen. De 43 % avser således andelen av den slutligt bedömda skadade byggnadsdelsarean, och inte andelen av byggnadens totala area eller den area som faktiskt behövde rivas eller återställas. Andelen kan inte heller direkt översättas till en kostnadsbesparing, eftersom kostnaden för en enskild skadad yta kan bero på byggnadsdel, åtkomst, arbetsmetod och behovet av återställning.



Figur 30: Fördelning mellan skadad area [m²] som bedömts ha kunnat räddas genom tidigare eller mer effektiva skadebegränsande åtgärder samt skadad area som bedömts inte ha kunnat räddas.

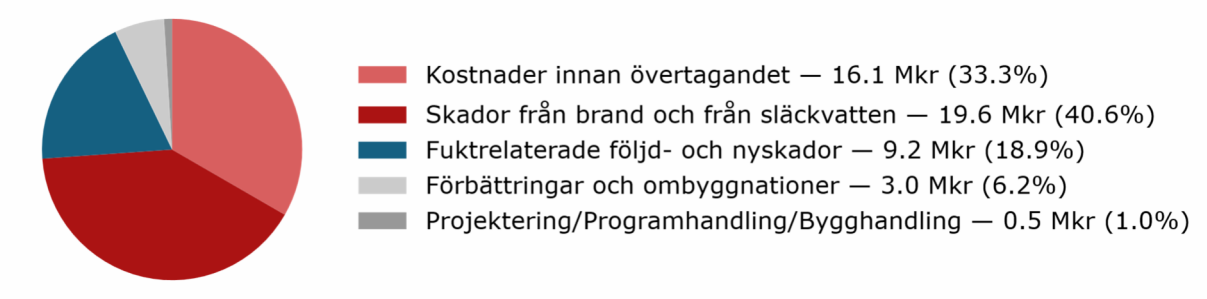
Sammantaget visar jämförelsen mellan den initiala och den slutliga skadebedömningen att skadeinventering efter en komplex brand- och fuktskada behöver betraktas som en iterativ process. Den initiala bedömningen behöver vara tillräckligt försiktig för att fånga möjliga skador i dolda konstruktioner, samtidigt som bedömningen successivt bör avgränsas genom riktad friläggning och uppföljande kontroll. Resultaten visar också vikten av att skilja mellan bedömd skadearea och den area som faktiskt behöver öppnas, rivas eller återställas.

6 Resultat av kostnadsanalys

Kostnadsanalysen syftar till att skapa förståelse för vilka typer av skador och åtgärder som har varit kostnadsdrivande, hur kostnaderna fördelar sig mellan olika skadeorsaker och vilka delar av kostnadsbilden som kan påverkas genom tidigare eller mer riktade skadebegränsande åtgärder. Fokus ligger därmed på att belysa skadeekonomiska samband och kostnadsdrivare, snarare än att utgöra en fullständig ekonomisk slutredovisning av entreprenaden.

6.1 Sammanställd totalkostnad

Den sammanställda kostnaden inom rapportens avgränsning uppgår till cirka 48,4 Mkr exklusive moms. Beloppet omfattar de kostnadsposter som har kunnat identifieras och inkluderas i rapportens kostnadsunderlag och ska därför inte tolkas som brandens totala ekonomiska konsekvens. Kostnader för hyresförluster ingår inte, och underlaget för lösöreshantering är inte fullständigt. Det kan även finnas ytterligare kostnader som inte har kunnat identifieras eller verifieras inom ramen för studien. Fördelningen redovisas i Figur 31, och kategoriernas avgränsning och innehåll beskrivs närmare i avsnitt 2.3.



Figur 31: Sammanställning av totalkostnader, exklusive moms.

Kostnaderna domineras av åtgärder kopplade till direkta brand- och släckvattenskador som uppgår till 35,7 Mkr exklusive moms. Detta motsvarar 73,9 % av den sammanställda totalkostnaden.

Fuktrelaterade följdskador och nyskador uppgår till 9,2 Mkr exklusive moms, vilket motsvarar cirka 18,9 % av totalkostnaden.

6.2 Kostnader kopplade till skador från brand och släckvatten

Kostnadskategorin ”Skador från brand och släckvatten” omfattar åtgärder som bedöms vara direkt orsakade av branden eller den initiala släckinsatsen. Detta inkluderar påverkan från brandgaser, rök, sot, lukt och släckvatten. I kategorin ingår exempelvis rivning av brandskadade eller kontaminerade material, sanering av rök- och sotskador, utbyte av material med kvarstående luktpåverkan samt åtgärder av byggnadsdelar som skadats direkt av släckvatten.

De sammanlagda kostnaderna inom kategorin uppgår till 35,7 Mkr exklusive moms. Beloppet omfattar både kostnader före Lindbäcks Byggs övertagande och kostnader som redovisats av Lindbäcks Bygg. Av totalsumman utgör Lindbäcks Byggs

redovisade kostnader för brand- och vattenskador 19,6 Mkr. Dessa kostnader fördelas enligt Tabell 2.

Kostnaderna före Lindbäcks Byggs övertagande har summerats till 16,1 Mkr och är huvudsakligen uppdelade på byggnadstekniska- samt saneringsåtgärder. För dessa kostnader saknas det ett tillräckligt underlag för en närmare fördelning mellan olika skadeområden, byggnadsdelar och åtgärdstyper. Värt att notera är att posten även innehåller kostnader som tillkommit under stillestånd, till exempel, ställningshyra. Det finns även osäkerhet kring vad de innehåller, vilket lyfts fram i avsnitt 7.4.

Tabell 2: Uppdelning av Lindbäcks Byggs kostnader kopplade till skador från brand och släckvatten.

Kostnader	Andel av kategorins kostnad (%)
Personalkostnader	50
Material och underentreprenörer[1]	19
Installationer[2]	14
Logistik	1
Övriga externa kostnader[3]	16

1 Omfattar byggmaterial och inredning samt arbeten utförda av underentreprenörer, exempelvis målning, plattsättning, hissar, fasad-, mark- och balkongarbeten.
2 Omfattar kostnader för el-, ventilations- och VS-installationer, inklusive installationsmaterial och arbeten utförda av underentreprenörer.
3 Omfattar främst maskin- och utrustningshyror, fordonskostnader, arbetsplatskostnader och förbrukningsmaterial samt mindre konsult- och övriga omkostnader.

6.3 Kostnader kopplade till fuktrelaterade följdskador och nyskador

Kostnaderna för fuktrelaterade följdskador och nyskador uppgår till 9,2 Mkr exklusive moms. Observera att risken för fel i denna kategori är högre eftersom den omfattar skador där den ursprungliga skadeorsaken kan vara släckvatten eller fuktbelastning efter branden, men där skadeomfattningen bedöms ha uppstått eller förvärrats över tid. Den omfattar även skador från senare skeden, exempelvis väderexponering, inläckage eller otillräckligt väderskydd. Uppdelningen av kostnaden presenteras i Tabell 3.

Tabell 3: Uppdelning av kostnader kopplade till fuktrelaterade följdskador och nyskador.

Kostnader	Andel av kategorins kostnad (%)
Personalkostnader och sociala kostnader	43
Material och underentreprenörer[1]	35
Övriga externa kostnader[2]	22

1 Omfattar byggmaterial och inredning samt arbeten utförda av underentreprenörer, exempelvis plåt-, fasad-, målnings-, installations-, plattsättnings- och markarbeten.
2 Omfattar främst maskin- och utrustningshyror, fordonskostnader, arbetsplatskostnader och förbrukningsmaterial samt övriga mindre omkostnader.

Ekonomiskt är denna kategori särskilt viktig eftersom den, i högre grad än kostnader kopplade till skador från brand och släckvatten, kan betraktas som påverkbar. Tidigare friläggning, snabbare uttorkning, bibehållet byggnadsklimat, bättre väderskydd och mer systematisk uppföljning hade sannolikt kunnat minska delar av skadeomfattningen. I den aktuella byggnaden bedöms de fuktrelaterade nyskadorna ha fått en påtaglig betydelse, bland annat till följd av stillestånd och väderexponerade konstruktioner. Detta innebär inte att hela kostnaden hade kunnat undvikas, men

kategorin visar den ekonomiska betydelsen av fuktsäkerhetsarbete och skadebegränsande åtgärder över tid.

Den skadearea som Ocab bedömt ha kunnat undvikas (räddningsbar) motsvarar 8,2 % av den totala analyserade byggnadsdelsarean och 43 % av den faktiskt skadade arean, se figur 29. Arean ska ses som en indikator på möjlig skadebegränsning och inte som en direkt kostnadsandel. Kostnadskopplingen är osäker eftersom åtgärderna för dessa ytor ofta ingår i större rivnings-, sanerings- och återställningsposter. Kategorin illustrerar därmed den ekonomiska risken med att fördröja fukthanteringsåtgärder vid återuppbyggnad.

6.4 Kostnader kopplade till projektering

Utöver skade- och saneringskostnader finns kostnader kopplade till projektering av ombyggnad samt nytt bygglov för fasadändringar. Dessa uppgår i sammanställningen till cirka 0,47 Mkr exklusive moms och är fördelade enligt Tabell 4.

Tabell 4: Uppdelning av kostnader kopplade till projektering.

Kostnader	Andel av kategorins kostnad (%)
Konsultkostnader	13
Programhandling	8
Bygghandling	22
Personalkostnader och sociala kostnader	57

Det är viktigt att denna typ av kostnader särredovisas, eftersom de annars riskerar att överskatta kostnaden för själva brand- och fuktskadan.

6.5 Kostnader kopplade till förbättringar och ombyggnad

Utöver projekterings- och skadeåtgärder finns kostnader för förbättringar och ombyggnad som inte direkt följer av den ursprungliga skadehändelsen. Dessa omfattar förstärkt brandskydd, byggtekniska förbättringar samt ombyggnad och ändrad planlösning. Dessa kostnader uppgår till 3,0 Mkr exklusive moms och är fördelade enligt Tabell 5.

Tabell 5: Uppdelning av kostnader kopplade till förbättringar och ombyggnad.

Kostnader	Andel av kategorins kostnad (%)
Förstärkt brandskydd	20
Byggtekniska förbättringar	30
Ombyggnad och ändrad planlösning	50

Dessa kostnader särredovisas från skade- och återställningskostnader, eftersom de avser standardhöjande, byggtekniska eller funktionella åtgärder. Exempel är förstärkt brandskydd, uppdaterade installationer, förbättrade ytskikt, nya kök och vitvaror samt ändrad planlösning.

Den nya fasadlösningen, där cementskivor ersätter den tidigare tegelfasaden, bedöms vara mindre kostnadskrävande än ett återställande av den ursprungliga fasaden. Den möjliga kostnadsbesparingen har inte avräknats från den sammanställda totalkostnaden.

6.6 Kostnadsdrivande byggnadsdelar och åtgärder

I den sammanställda totalkostnaden ingår vissa byggnadsdelar och åtgärder som har haft särskilt stor påverkan på den totala kostnadsbilden, även om de inte har kvantifierats separat. Dessa byggnadsdelar beskrivs i Tabell 6 nedan.

Tabell 6: Sammanställning av byggnadsdelar som bedöms vara kostnadsdrivande.

Kostnadsdrivande del	Ekonomisk betydelse
Badrumspoddar	Hög kostnad per enhet på grund av installationstäthet, våtrumskrav, materialkostnad och flera involverade yrkeskategorier.
Balkonger	I samband med fasadrenoveringen har balkonger behövts plockas ner. Två balkonger var brandskadade och en tredje behövde renoveras.
Bjälklag och modulskarvar	Svåråtkomliga skikt där fukt, sot och lukt kan kvarstå och där kontroll ofta kräver rivning. Skador i infästningar som bär bjälklaget kan medföra omfattande och kostsamma ingrepp.
Fasad	Rivning och byte av fasadsystem, inklusive skalmursskiva, runt hela byggnaden.
Schakt och installationer	Kräver ofta friläggning, kontroll och återställning på flera plan.
Stillestånd och väderskydd	Kan ge upphov till nya kostnader genom fuktskador, mikrobiell påväxt och behov av kompletterande åtgärder.
Ytterväggar och fasadanslutningar	Påverkade av både brand-/släckvatten och senare väderexponering.
Åtkomstrivning/ stämpning	Rivning som krävs för kontroll och åtkomst, även där den frilagda byggnadsdelen inte alltid har visat sig vara skadad. Den initiala stämpningen och stagningen bedöms delvis ha varit mer omfattande än nödvändigt.
Alla ekonomiska konsekvenser ingår inte	Kostnadsunderlaget omfattar inte hyresförluster och innehåller inte ett fullständigt underlag för lösöreshantering. Den sammanställda kostnaden är därför inte ett mått på brandens totala ekonomiska konsekvens. Detta begränsar även möjligheten att direkt jämföra resultatet med andra skadefall.

Badrumspoddarna är särskilt viktiga att lyfta fram. Även om deras area är begränsad i förhållande till väggar, golv och tak, är kostnadspåverkan stor. Rivning av badrumspoddar kan orsakas av faktisk skada på podden, skador bakom podden eller behov av åtkomst till angränsande konstruktioner. För framtida skadeprojekt bör därför orsaken till demonteringen dokumenteras separat.

6.7 Lösöreshantering

Lösöreshanteringen redovisas som en separat kostnadspost, eftersom den inte avser åtgärder i byggnadens konstruktion, men ändå utgör en del av den samlade skadehanteringen efter branden. Hanteringen omfattade bland annat utflyttning, transport, behandling och magasinering av de boendes lösöre.

Det fakturaunderlag som varit tillgängligt inom projektet omfattar lösöreshantering i tolv av de 30 lägenheterna som initialt bedömdes vara i behov av sanering. Den dokumenterade kostnaden uppgår till 175 589 kr exklusive moms och avser bland annat transport, magasinering och användning av joniseringsaggregat under perioden augusti 2022 till februari 2023.

Om den genomsnittliga kostnaden för dessa tolv lägenheter antas vara representativ även för övriga initialt berörda lägenheter, motsvarar detta en uppskattad kostnad om cirka 439 000 kr exklusive moms för 30 lägenheter.

Under den fortsatta saneringen och återställningen flyttades emellertid lösöret ut ur samtliga 60 lägenheter i byggnaden. Fullständigt kostnadsunderlag för denna senare hantering har inte varit tillgängligt. Om samma genomsnittliga kostnad per lägenhet skulle tillämpas på samtliga 60 lägenheter, skulle den totala kostnaden indikativt uppgå till cirka 878 000 kr exklusive moms.

Denna extrapolering är osäker och ska endast ses som en uppskattning av kostnadens möjliga storleksordning. Kostnaden kan ha varierat mellan lägenheterna beroende på mängden lösöre, skade- och saneringsbehov, behov av behandling samt magasineringstid. Den senare utflyttningen kan även ha haft en annan omfattning än hanteringen av de tolv lägenheterna som ingår i fakturaunderlaget.

6.8 Samlad bedömning

Den sammanställda kostnadsanalysen presenteras i Tabell 7.

Tabell 7. Sammanställning av nyckeltal från kostnadsanalysen (samtliga belopp exklusive moms).

Nyckeltal	Värde	Enhet
Kostnad sanering innan Lindbäcks Byggs övertagande (2022–2024)	16 100 000	SEK
Kostnad sanering och återställning efter Lindbäcks Byggs övertagande (2024–2026)	28 800 000	SEK
Kostnad för förbättringar och projektering efter Lindbäcks Byggs övertagande (2024–2026)	3 500 000	SEK
Total kostnad (total projektkostnad 2022–2026)	48 400 000	SEK
Fördelat på skadekostnader		
Kostnad för fuktrelaterade följdskador och nyskador	9 200 000	SEK
Kostnaden för direkta brand-, rök-, sot-, lukt- och släckvattenskador	35 700 000	SEK

Kostnaderna omfattar skadehantering, sanering och återställning, inklusive arbete och material för ett helt fasadbyte samt andra kostnadsdrivande byggnadsdelar och åtgärder som lyfts fram i avsnitt 6.6. Huvuddelen av kostnaden är kopplad till direkta brand- och släckvattenskador, det vill säga brand-, rök-, sot-, lukt- och släckvattenskador. Samtidigt visar analysen att fuktrelaterade följdskador och nyskador utgör en betydande kostnadspost i den totala kostnadsbilden.

Analysen indikerar att en betydande del av skadeutvecklingen var påverkbar. Ocab bedömer att cirka 43 % av den slutligt bedömda skadearean hade kunnat begränsas genom tidigare eller mer riktade skadebegränsande åtgärder. Bedömningen är areabaserad och kan inte omräknas direkt till en kostnadsbesparing, eftersom olika byggnadsdelar har olika kostnad per kvadratmeter och kostnadsunderlaget även omfattar gemensamma åtgärder. Den ekonomiska effekten bör därför beskrivas som en möjlig besparingspotential och inte som ett verifierat belopp.

Resultatet visar att skadeekonomin i en träbyggnad efter brand inte enbart styrs av den direkta brandskadan. Även släckvatten, uppsuget vatten i dolda skikt, fördröjda åtgärder, väderexponering och stillestånd kan få stor ekonomisk betydelse. Detta är särskilt tydligt i byggnader med prefabricerade trämoduler, där modulskarvar, schakt, bjälklag, badrumspoddar och ytterväggsanslutningar kan skapa svåråtkomliga skikt och komplexa spridningsvägar.

En viktig slutsats är därför att ekonomisk skadebegränsning kräver tidig och strukturerad skadehantering. Akuta åtgärder som avlägsnande av fritt vatten, avfuktning, bibehållet klimat, undertrycksventilering av konstruktion i brandhärd, väderskydd och riktad friläggning bör prioriteras. Lika viktigt är att kostnader dokumenteras och kodas utifrån skadeorsak redan från början. Detta skulle förbättra möjligheten att i efterhand särskilja skador från brand och släckvatten, fuktrelaterade följdskador, nyskador och ombyggnad. Därmed ges ett bättre beslutsunderlag för både skadehantering och försäkringsbedömning.

7 Diskussion

Diskussionen behandlar både erfarenheter från det studerade skadeförloppet och hur dessa kan omsättas i tekniska och praktiska metoder för framtida skadeprojekt. De samlade framåtsyftande lärdomarna redovisas i avsnitt 7.6 och konkretiseras i rekommendationerna i Bilaga A.

7.1 Orsakssamband mellan brand, fukt och följdskador

7.1.1 Jämförelse med traditionellt flerbostadsbyggande

Skadebilden och spridningen av såväl rök och sot som släckvatten i modulbyggda flerbostadshus skiljer sig på flera punkter från skadebilden i mer traditionella flerbostadshus, exempelvis byggnader med kontinuerligt bjälklag av KL-trä eller betong och utfackningsväggar av trä. Vid analys av skadeutbredningen bör brand-, rök- och sotskador samt de fuktskador som släckvatten orsakar särskiljas, eftersom spridningen styrs av olika drivkrafter.

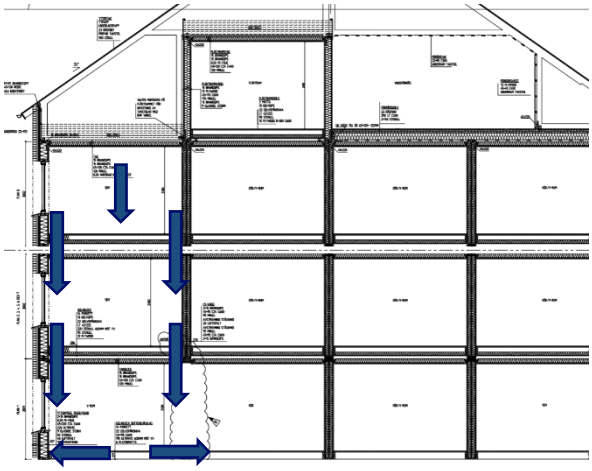
Brandgasspridning drivs i hög grad av temperaturrelaterade tryckskillnader. I konstruktioner med sammanhängande luftspalter eller luftspaltsbildande skikt kan rök därför spridas relativt obehindrat både i sidled och uppåt. I den aktuella byggnaden bedöms detta ha varit särskilt relevant i ytterväggens luftspalt bakom fasadteglet, där spridningen medförde att stora ytor kontaminerades av rök och sot, både i luftspalten och i anslutande byggnadsdelar.

I den aktuella byggnaden bedöms brandgasspridning via ytterväggens luftspalt bakom fasadteglet ha haft särskilt stor påverkan på skadeutbredningen. Det bör understrykas att denna spridningsmekanism inte är specifik för modulbyggda hus och att en identisk luftspaltskonstruktion förekommer i platsbyggda byggnader med tegelfasad och ger samma förutsättningar för rökspridning. Den aktuella spridningen är alltså en konsekvens av fasadlösningen, inte av modulbyggnadssättet i sig.

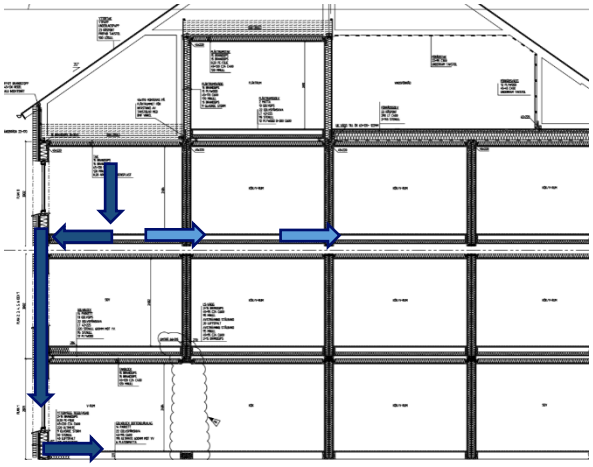
Vattenspridning från släckinsatsen styrs främst av gravitation, kapillär transport och materialens fuktupptagande förmåga. Detta innebär att fuktskadornas utbredning inte nödvändigtvis sammanfaller med rök- och sotskadornas utbredning. I den aktuella byggnaden framgår detta tydligt. Vattenskadorna begränsades inte till brandplanet, utan fukt noterades även vertikalt genom samtliga underliggande våningsplan i det berörda brandtornet. När vattnet nådde bottenvåningen kunde vatten sprida sig mer horisontellt via det kontinuerliga bjälklaget. Det är dock svårt att med säkerhet fastslå i vilken utsträckning denna utbredning härrör från den initiala släckinsatsen respektive från senare inläckage via grundsockel och fasad under den period då teglet var rivet och byggnaden väderexponerad.

I en byggnad med betongbjälklag (eller KL-trä) hade skadebilden sannolikt sett annorlunda ut. Kontinuerliga bjälklag utgör generellt ett större hinder för direkt vertikal vattentransport än bjälklag i modulbyggda träkonstruktioner. I ett sådant fall hade släckvattnet sannolikt i större utsträckning hållits kvar på eller i anslutning till brandplanet, alternativt spridits horisontellt innan det transporterades vidare via genomföringar, schakt eller otätheter. Detta hade kunnat begränsa den direkta

vertikala fuktspridningen, men samtidigt ge en mer omfattande horisontell fuktpåverkan på brandplanet. Principen illustreras nedan i Figur 32 och Figur 33.



Figur 32: Vattenspridning modulhus av trä.



Figur 33: Vattenspridning i byggnad med kontinuerligt bjälklag samt utfackningsvägg.

7.1.2 Direkta skador från brand och släckvatten

Direkta skador från brand och från släckvatten (brandskadade byggnadsdelar, rök- och sotskadade ytor, luktpåverkade material samt direkta fuktskador från släckvatten) var i huvudsak kopplade till brandlägenheten, angränsande konstruktioner, brandtornet och de transportvägar där brandgaser eller släckvatten hade kunnat spridas.

Släckvatten har haft särskild betydelse eftersom det har kunnat transporteras både horisontellt och vertikalt i byggnaden. Horisontellt har vatten kunnat spridas i bjälklag till golv-vägganslutningar. Vertikalt har spridning kunnat ske via schakt, genomföringar och anslutningar mellan moduler. Detta innebär att vattenskador inte enbart har varit begränsade till brandlägenheten eller de ytor där vatten observerats direkt efter släckinsatsen. Merparten av vattenspridningen i den aktuella byggnaden har skett vertikalt.

Det är relevant att skilja mellan fritt vatten och uppsuget vatten i material. Fritt vatten kan i regel identifieras och avlägsnas relativt snabbt, medan uppsuget vatten i gips, trä, isolering, träbaserade skivor och klämda skikt kan kvarstå under längre tid. I en träbyggnad är det sistnämnda särskilt kritiskt, eftersom kvarvarande fukt kan leda till mikrobiell tillväxt, lukt, materialnedbrytning och ett ökat rivningsbehov.

7.1.3 Samverkan av rök och fukt vid skadeutbredning

Rök- och sotskador har haft större utbredning än den direkta termiska brandskadan. Brandgaser har spridits via otätheter, schakt, anslutningar, luftspalter och dolda skikt. Material utan synlig förkolning kan därför ändå behöva saneras eller bytas på grund av sotpartiklar, lukt eller kontaminering.

Samtidigt kan släckvatten transportera sot och andra föroreningar vidare i byggnaden. Fuktskador efter brand bör därför inte enbart betraktas som rena vattenskador. I vissa fall kan vattnet vara kontaminerat av sot, brandrester eller andra ämnen, vilket

påverkar både saneringsbarhet och luktproblematik. Detta gör skadebilden mer komplex än vid en isolerad fuktskada.

Samspelet mellan rök, sot, släckvatten och fukt som sugits upp i materialet innebär att skadebedömningen behöver göras samlat. Det är inte tillräckligt att enbart bedöma synlig fukt, synligt sot eller lukt var för sig. I flera byggnadsdelar har dessa skadeindikatorer överlappat, vilket har gjort det nödvändigt att väga samman okulära observationer, luktbedömningar, fuktindikationer, friläggning och uppföljande kontroller.

7.1.4 Byggnadens långa stillestånd och senare skadeutveckling

Det långa tidsintervallet mellan brandhändelsen och den avslutande saneringen och återställningen har haft betydelse för skadeutvecklingen. När en byggnad står under längre tid med kvarvarande fukt, öppna konstruktioner eller väderexponerade byggnadsdelar ökar risken för att de ursprungliga skadorna förvärras och att nya skador uppstår.

Stillestånd, reducerad ventilation och otillräckligt väderskydd kan påverka skadebilden på flera sätt. Kvarvarande fukt får längre tid att påverka organiskt material såsom trä, gips och isolering, samtidigt som begränsad ventilation kan försämra uttorkningen och bidra till att fukt och lukt kvarstår. Exponerade ytterväggar, socklar och fasadanslutningar kan dessutom utsättas för nederbörd och slagregn, vilket kan orsaka fuktskador som inte direkt härrör från den ursprungliga släckinsatsen.

Detta är särskilt relevant för de skador som i rapporten klassificeras som fuktrelaterade följdskador respektive nyskador. Följdskadorna har ett samband med den ursprungliga branden och släckvattenpåverkan, men deras omfattning har även påverkats av den tid som gått samt av förutsättningarna för åtkomst, ventilation och uttorkning. Nyskadorna bedöms i högre grad ha uppkommit under senare skeden, exempelvis till följd av väderexponering, inläckage eller brister i det temporära väderskyddet.

Sammantaget visar studien att skadehantering, sanering och återställning av brand- och fuktskador efter brand i träbyggnader behöver beaktas som en tidsberoende process. Framför allt behöver fukt lokaliseras, hanteras och avlägsnas skyndsamt för att minska risken för följdskador [6]. Den ursprungliga branden och släckinsatsen skapar de inledande skadeförutsättningarna, men den efterföljande hanteringen har stor betydelse för om skadorna stabiliseras, begränsas eller fortsätter att utvecklas.

7.2 Betydelsen av tidiga respektive fördröjda åtgärder

Tiden till åtgärd är en av de mest avgörande faktorerna för skadeutfallet. I en byggnad med hygroskopiska och porösa material, tillsammans med en normal inomhustemperatur, kan även kortare fördröjningar få betydelse om vatten hunnit sugas upp i dolda skikt eller om konstruktionen inte torkas under kontrollerade förhållanden. Studien visar därför att skadebegränsning inte bör betraktas som en enskild insats direkt efter branden, utan som en kontinuerlig process från släckinsats till färdig återställning.

7.2.1 Betydelsen av tidiga åtgärder

Tidiga åtgärder har störst betydelse för att begränsa fuktrelaterade skador. De mest kritiska åtgärderna är att snabbt avlägsna fritt vatten, påbörja riktad avfuktning och säkerställa tillräcklig värme och ventilation. Fläktförstärkt undertryck i brandhärden kan samtidigt användas för att begränsa fortsatt spridning av rök, partiklar och lukt. Det är också viktigt att tidigt identifiera och prioritera riskkonstruktioner där vatten kan ha sugits upp eller blivit kvar.

Även vid rök-, sot- och luktskador är tidiga åtgärder viktiga. Avgränsning av skadeområdet, kontroll av spridningsvägar och en lämplig saneringsstrategi kan minska risken för sekundär kontaminering vid rivning och friläggning. Detta gäller särskilt när saneringsarbeten utförs i byggnader där vissa delar är mindre påverkade och där det finns risk att partiklar sprids från kraftigt skadade delar till mindre skadade utrymmen.

En viktig slutsats är att tidiga åtgärder behöver vara både snabba och riktade. Generella restvärdesåtgärder är viktiga, men i en modulbyggnad av trä krävs dessutom tidig identifiering av de byggnadsdetaljer där skador sannolikt kan vara dolda. Utan sådan riktad kontroll finns risk att skador kvarstår trots att ytorna uppfattas som torra eller sanerade.

7.2.2 Konsekvenser av fördröjda eller otillräckliga åtgärder

Fördröjda eller otillräckliga åtgärder kan medföra att skadebilden förändras över tid. En direkt släckvattenskada kan utvecklas till mikrobiell påväxt, luktproblem eller mer omfattande materialskador om fukt blir kvar i konstruktionen. På motsvarande sätt kan brister i väderskyddet medföra nya fuktskador i delar av byggnaden som ursprungligen inte skadades av branden eller släckinsatsen.

Detta är särskilt relevant i skadeområden där vatten kan ha blivit kvar i dolda skikt samt vid exponerade ytterväggs- och sockeldetaljer. När konstruktioner öppnades i senare skeden kunde skador konstateras som inte hade identifierats eller verifierats vid den initiala skadebedömningen. Underlaget medger dock inte alltid en säker bedömning av om dessa skador uppstod vid branden men då var de dolda, eller om de uppstod eller förvärrades under tiden fram till kontroll, friläggning och uttorkning. Den slutliga skadeutbredningen kan därför inte enbart bedömas utifrån det ursprungliga brandförloppet och släckinsatsen.

Samtidigt behöver betydelsen av fördröjda åtgärder bedömas med försiktighet. I vissa fall hade rivning eller utbyte varit nödvändigt även om åtgärderna hade genomförts tidigare, exempelvis vid direkt brandskada eller kraftig påverkan av sot, lukt eller släckvatten. Fördröjningen bedöms därför främst ha betydelse för skador som hade kunnat begränsas genom tidigare åtgärder, framför allt följdskador och nyskador.

Tidsförloppet i det aktuella projektet var betydligt längre än vid en normal skadehanterings- och återställningsprocess efter en brand. Den långa perioden mellan branden och den slutliga skadebedömningen kan även ha påverkat möjligheten att identifiera luktkontaminerade material. En möjlig delförklaring till skillnaden mellan den initialt uppskattade och den slutligt verifierade skadearean är att viss röklukt avtog

över tid och därför inte längre kunde påvisas vid den senare luktbedömningen. Hur stor betydelse detta hade för resultatet har inte kunnat fastställas inom ramen för rapporten.

7.2.3 Iterativ skadebedömning som skadebegränsande arbetssätt

Jämförelsen i avsnitt 5.5 visar varför skadebedömningen behöver genomföras iterativt. Den initiala bedömningen måste vara försiktig när dolda skikt ännu inte har kunnat kontrolleras, men den bör därefter revideras systematiskt i takt med att konstruktioner friläggs och mer information blir tillgänglig.

Att både den tidigare misstänkta skadearean kunde friskrivas och nya skador identifierades visar att en statisk skadebedömning från det tidiga skedet inte ger ett tillräckligt underlag för den slutliga rivnings- och återställningsplaneringen. Det är också viktigt att skilja mellan den fysiska skadearean och den större area som kan behöva öppnas eller rivas för åtkomst, kontroll och tekniskt godtagbar återställning.

7.3 Osäkerheter i skadebedömningen

En grundläggande osäkerhet är att skadebedömningen delvis har baserats på indirekta indikatorer. Okulära observationer, luktbedömningar, fuktindikationer och erfarenhetsmässiga bedömningar är nödvändiga i tidiga skeden, men de ger inte alltid ett entydigt svar på skadans omfattning i dolda skikt. Detta gäller särskilt för modulskarvar, schakt, bjälklagsanslutningar, badrumspoddar och ytterväggsdetaljer. Flera aktörer har dessutom varit involverade i olika skeden av saneringen och återställningen, vilket medför osäkerheter kring jämförbarheten mellan skadebedömningarna.

Den långa tidsperioden mellan skadan och återställningen kan ha medfört att lukt från material som tidigt klassades som luktskadat avtog, vilket i sin tur kan ha påverkat den senare skadebedömningen.

Den areabaserade analysen i denna rapport har också metodologiska begränsningar. Arean avser byggnadsdelen som analysenhet och inte mängden skadat material i varje enskilt skikt. En vägg kan innehålla flera material med olika skadegrad, men redovisas ändå som en sammanhållen byggnadsdelsarea. Metoden är användbar för att jämföra skadeutbredning på övergripande nivå, men ska inte tolkas som en exakt mängdredovisning av det skadade materialet.

En annan osäkerhet är klassningen mellan skador från brand och från släckvatten, fuktrelaterade följdskador och nyskador som görs i denna rapport. I praktiken kan samma byggnadsdel ha påverkats av flera skadeprocesser. Gränserna mellan skadekategorierna kan därför vara svåra att fastställa exakt, särskilt när det har gått lång tid mellan brandhändelsen, friläggningen och slutlig skadebedömning.

Människors känslighet för lukt varierar, vilket medför en osäkerhet vid bedömningen av saneringsresultatet. Omfattande åtgärder har genomförts för att byggnaden ska uppnå en god inomhusmiljö, men lokala avvikelser kan inte helt uteslutas. Risken kan vara särskilt märkbar vid höga temperaturer, då emissionerna från material ökar. Eftersom det saknas en etablerad mätmetod och allmänt accepterade gränsvärden för denna

typ av luktpåverkan kan den upplevda inomhusmiljön slutligt bedömas först när lägenheterna åter tas i bruk.

En ytterligare osäkerhet är att den initiala vattenbelastningen inte kunde kvantifieras. Avsaknaden av uppgifter om den använda mängden släckvatten, tillsammans med vatten från en skadad ledning och inträngande regn, gjorde det svårt för de aktörer som genomförde de tidiga skadeinventeringarna och åtgärderna att bedöma hur mycket vatten som hade tillförts byggnaden och hur långt det kunde ha spridits i konstruktionerna.

7.4 Osäkerheter i kostnadsanalysen

Kostnadsanalysen innehåller flera osäkerheter. Detta beror främst på att skadehanteringen har pågått under lång tid, att flera aktörer har varit involverade och att kostnader inte alltid har redovisats med samma detaljeringsgrad som vid skadeinventeringen. De viktigaste osäkerheterna sammanfattas i Tabell 8.

Tabell 8: Sammanställning av osäkerheter i kostnadsanalysen.

Osäkerhet	Betydelse
Kostnadsposter omfattar flera åtgärdstyper	En faktura eller kostnadspost kan omfatta exempelvis rivning, sanering, kontroll och återställning, vilket kan försvåra en entydig kategorisering.
Fuktrelaterade följdskador och nyskador är inte fullt ekonomiskt separerade	Kostnaderna redovisas huvudsakligen i en gemensam fuktrelaterad kategori. Fördelningen mellan följdskador och nyskador är därför osäker.
Begränsad insyn i kostnader före Lindbäcks Byggs övertagande	Utredningen har inte kunnat kontrollera eller fördela dessa kostnader närmare mellan byggnadsdelar, skadeorsaker och åtgärdstyper. Det har inte heller varit möjligt att närmare bedöma åtgärdernas omfattning och genomförande.
Ombyggnad och skadeåterställning överlappar delvis	Vissa åtgärder har genomförts i samband med återställningen, men har delvis karaktär av ombyggnad eller standardförändring. Gränsdragningen påverkar vilka kostnader som hänförs till skadeåterställningen.
Kostnadsfördelning bygger delvis på bedömning	När en exakt fördelning saknas har kostnaderna kategoriserats utifrån bedömd skadeorsak och åtgärdstyp.

Kostnadsanalysen påverkas även av att det ekonomiska underlaget och skadeinventeringen har olika upplösningar. Kostnaderna redovisas ofta per entreprenadmoment, faktura eller ÄTA-post, medan skadeinventeringen är uppdelad efter plan, lägenhet, rum, byggnadsdel och skadekategori. En enskild kostnadspost kan därför omfatta flera skadeorsaker, byggnadsdelar och typer av åtgärder.

Det är särskilt svårt att ekonomiskt särskilja fuktrelaterade följdskador från nyskador. I kostnadsunderlaget redovisas dessa huvudsakligen som en gemensam fuktrelaterad kategori. Den sammanlagda kostnaden för dessa skador kan därför redovisas med större säkerhet än fördelningen mellan följdskador och nyskador.

Den största osäkerheten i kostnadsfördelningen gäller kostnaderna före Lindbäcks Byggs övertagande samt uppdelningen av den gemensamma kostnadskategorin för fuktrelaterade följdskador och nyskador. Om dessa poster fördelades på annat sätt skulle kostnadsandelarna för direkta brand- och släckvattenskador respektive senare fuktrelaterade skador kunna förändras.

Kostnadsanalysens avgränsningar behöver beaktas vid jämförelser med andra skadefall och referensstudier, exempelvis: *Vad kostar en vindsbrand?* [18]. Innan kostnadsnivåerna jämförs behöver det klarläggas vilka kostnadsposter som ingår och om beloppen redovisas inklusive eller exklusive moms. Det behöver även beaktas om kostnaderna endast avser skadehantering och återställning eller om de även omfattar hyresförluster, lösöreshantering och andra ekonomiska följder. Beloppen behöver därför redovisas med samma kostnadsavgränsning och momsgrund för att en jämförelse ska vara rättvis.

Trots osäkerheterna ger analysen en relevant bild av kostnadernas storleksordning och huvudsakliga fördelning. Resultatet visar framför allt att fuktrelaterade följdskador och nyskador utgör en betydande del av den totala kostnaden. Det visar därmed också den ekonomiska betydelsen av tidiga och riktade åtgärdsplaner för att begränsa kvarstående fuktpåverkan och förhindra att nya skador uppstår.

Kostnadsutfallet bestäms emellertid inte enbart av skadeareans storlek. Även skadans lokalisering, byggnadsdelarnas utformning och åtgärdernas komplexitet har stor betydelse, se Tabell 9.

Tabell 9: Identifierade parametrar med stor betydelse för kostnadsutfallet.

Parameter	Betydelse för kostnad
Byggnadsdelens tekniska komplexitet	Skador i våtrum, schakt, installationer och ytterväggsanslutningar medför normalt högre kostnader per ytenhet än skador på lättåtkomliga vägg-, golv- och takytor.
Åtkomlighet	Dolda skikt, modulskarvar och badrumspoddar kan kräva omfattande friläggning, kontroll och återställning.
Skadans typ	Sot, lukt, mikrobiell påverkan och kontaminerat vatten kan kräva mer omfattande åtgärder än okontaminerad fuktpåverkan.
Tidsförlopp	Fördröjd uttorkning, stillestånd och långvarig fuktbelastning kan öka både skadeutbredningen och åtgärdsbehovet.
Väderskydd och klimatpåverkan	Brister i det tillfälliga väderskyddet kan medföra nya fuktskador och ökade återställningskostnader.
Rivning för kontroll och åtkomst	Material kan behöva avlägsnas för att bakomliggande konstruktioner ska kunna kontrolleras eller åtgärdas, även om det rivna materialet senare bedöms vara oskadat.
Dokumentationsnivå	Begränsad tidig dokumentation ökar osäkerheten och kan medföra mer försiktiga och mer omfattande åtgärdsbeslut.
Kostnadskodning	Om kostnaderna inte kodas efter skadeorsak och åtgärdstyp från början, blir den efterföljande ekonomiska analysen mer osäker.

Badrumspoddarna är ett tydligt exempel på att en begränsad skadearea kan medföra stora kostnader. Rivning eller demontering kan behövas på grund av konstaterad skada, för att skapa åtkomst till bakomliggande konstruktioner eller för att kontrollera en misstänkt skada. Kostnadspåverkan kan, oavsett orsak, bli stor till följd av installationstätheten, våtrumskraven och återställningens tekniska komplexitet.

7.5 Bedömning av analysens robusthet

De övergripande slutsatserna bedöms vara robusta, medan de kvantitativa fördelningarna bör betraktas som indikativa. Den övergripande bilden är att skador från brand och släckvatten står för huvuddelen av kostnaden, men att fuktrelaterade följdskador och nyskador utgör en betydande och delvis påverkbar kostnadspost. Bilden påverkas sannolikt inte av mindre justeringar i enskilda kostnads- eller areaposter.

Däremot är mer detaljerade slutsatser om exakt fördelningen mellan fuktrelaterade följdskador och nyskador, eller om exakt hur stor del av rivningen som hade kunnat undvikas, mindre säkra. Dessa resultat redovisas därmed som kvalificerade bedömningar snarare än som exakta värden.

7.6 Lärdomar från studien

Studien ger flera praktiska och metodiska lärdomar för hantering av brand-, rök-, sot- och släckvattenskador i träbyggnader, som även kan tillämpas på andra byggnadstyper. Lärdomarna avser skadeutredning, skadebegränsning, sanering, dokumentation och ekonomisk uppföljning. Den strukturella skadeutbredningen i fallstudien kan användas som en grov mall för var skadebegränsning initialt bör riktas.

7.6.1 Lärdomar för hantering av skador

En första lärdom är att akuta skadebegränsande åtgärder behöver genomföras snabbt och med tillräcklig byggnadsteknisk precision. Det är inte tillräckligt att enbart avlägsna synligt vatten eller sanera synliga ytor. Riskkonstruktioner måste identifieras tidigt, särskilt där vatten, rök eller sot kan ha nått dolda skikt.

En andra lärdom är att skadeinventeringen behöver vara iterativ. Den initiala skadebedömningen bör dokumenteras tydligt, men därefter uppdateras i takt med att konstruktioner friläggs och nya observationer görs. Detta ger bättre beslutsunderlag och minskar risken för både underskattning och överskattning av skadeutbredningen.

En tredje lärdom är att byggnaden måste skyddas från tillkommande vattenskador. Om arbeten avbryts eller om konstruktioner lämnas öppna behöver väderskydd, avfuktning, ventilation och klimatkontroll upprätthållas. I annat fall riskerar den ursprungliga skadan att kompletteras med följdskador eller nyskador.

En fjärde lärdom är vikten av att styra luftflödet efter avslutat släckningsarbete mot brandhärden. En stor andel av saneringsarbetet avser utbyte av luktkontaminerat material (från brandgaser) relativt långt bort från brandhärden.

7.6.2 Byggnadsdetaljer som påverkat skadeutbredningen

Flera byggnadsdetaljer har haft särskild betydelse för skadeutbredningen. Dessa detaljer bör ges särskild prioritet vid framtida skadeinventeringar. De bör även beaktas vid projektering av robust egendomsskydd, eftersom detaljer som är svåra att kontrollera och torka efter en brand kan få stor betydelse för skadeekonomin.

Tabell 10: Sammanställning av byggnadsdetaljer som har påverkat skadeutbredningen.

Byggnadsdetalj	Betydelse för skadeutbredning
Modulskarvar	Möjliga transportvägar för rök, lukt, sot och vatten samt svåråtkomliga kontrollpunkter.
Klämd gips	Kan suga upp och hålla kvar vatten i dolda lägen, särskilt vid bjälklags- och vägganslutningar.
Schakt	Möjliggör vertikal spridning av både vatten, rök och lukt mellan våningsplan.
Bjälklagsanslutningar	Kan transportera vatten horisontellt och vidare ned i väggar eller underliggande konstruktioner.
Badrumspoddar	Skapar svåråtkomliga utrymmen och kan kräva omfattande rivning för kontroll eller åtkomst.
Ytterväggshörn med KL-trä	Fuktutsatta och konstruktivt viktiga delar där skador kan få stor betydelse.
Sockelanslutningar	Känsliga för inträngande vatten, särskilt vid skadad tätning eller exponerad fasad.
Fönster- och balkongdörrsanslutningar	Risk för inläckage och fukttransport vid bristande väderskydd eller fasadskador.

En ytterligare lärdom är att information om byggnadens konstruktion behöver vara lätt tillgänglig vid en räddningsinsats. Olycksutredningen [15] visar att räddningstjänsten initialt inte hade kännedom om att byggnaden var uppförd av trämoduler. När denna information senare blev känd påverkade det insatstaktiken, bland annat genom beslutet att inte använda övertrycksventilation. Detta bedöms ha bidragit till att brand- och rökspridningen inte blev mer omfattande.

För modulbyggda träbyggnader är det särskilt viktigt att räddningstjänsten tidigt får information om byggnadens konstruktionsprincip, placering av modulskarvar, installationsschakt, fasaduppbyggnad, balkongkonstruktion och eventuella stomstabiliserande byggnadsdelar. Sådan information kan underlätta riskbedömning, val av insatstaktik och riktade kontroller av dold brandspridning.

Erfarenheterna visar också att det bör finnas tydliga rutiner för hur konstruktionsbrand ska sökas och kontrolleras efter en brand i modulbyggda träbyggnader. Särskild uppmärksamhet bör riktas mot eldosor, modulskarvar, fönstersmygar, fasadluftspalter, balkonganslutningar och bjälklagsanslutningar.

7.6.3 Koppling till arbetsprocess

Studien stödjer de övergripande arbetsprocesserna som presenteras i [6]. Särskilt bekräftas betydelsen av tidiga akuta åtgärder, strukturerad skadeinventering, friläggning, kontroll, dokumenterad sanering och kvalitetssäkring före återställning.

Studien visar även att brand-, rök-, sot- och fuktskador behöver hanteras samlat, eftersom skadorna ofta påverkar samma byggnadsdelar.

Samtidigt visar studien att vägledningen bör kompletteras med mer specifikt stöd för modulära träbyggnader. Tabell 11 visar områden som är särskilt viktiga.

Tabell 11: Identifierade områden där arbetsprocessen kan utvecklas i relation till studien.

Område	Rekommenderad utveckling av arbetsprocessen
Modulskarvar och klämda skikt	Tydligare råd om när friläggning bör ske och hur kontrollen bör dokumenteras.
Schakt	Metodik för att kontrollera vertikal spridning av vatten, rök, sot och lukt.
Badrumspoddar	Beslutsstöd för när poddar bör demonteras, kontrolleras eller lämnas kvar.
Väderskydd	Krav på temporärt skydd vid fasadrivning, öppna konstruktioner och stillestånd.
Lufttryckförhållanden	Rekommendationer om när, var och vilket undertryck som ska uppnås efter släckning av brand.
Klimatkontroll	Rekommendationer om miniminivåer för värme, ventilation, avfuktning och fuktuppföljning.
Ekonomisk spårbarhet	Förslag till kodning av kostnader för skador från brand och släckvatten, fuktrelaterade följdskador, nyskador, åtkomstrivning och ombyggnad.
Dokumentation	Tydligare krav på foton, mätdata, bedömningar och beslut kopplade till byggnadsdelar.

En central slutsats är att vägledningen bör utvecklas från att främst beskriva de tekniska momenten i hanteringen av skadorna till även att tydliggöra processkrav. I långdragna skadeprojekt är ansvarsfördelning, beslutsgång, väderskydd, klimatkontroll och ekonomisk kodning avgörande för att kunna begränsa och följa upp skadeutvecklingen.

7.6.4 Samlad lärdom

Robust egendomsskydd i träbyggnader omfattar både begränsning av brandspridning under brandförloppet och begränsning av sekundära skador efter branden. Detta kräver tidiga åtgärder, riktad skadeinventering, fortlöpande uppföljning, fuktsäker hantering av öppna konstruktioner och spårbar kostnadsdokumentation.

I modulbyggda träbyggnader bör modulleverantören eller en annan aktör med detaljerad systemkunskap involveras tidigt. Skadehanteringen behöver bedrivas som en integrerad process där brandteknisk, fuktteknisk, byggteknisk, saneringsteknisk och ekonomisk kompetens samverkar.

8 Slutsatser

Studien visar att skadeutfallet efter brand i ett modulbyggt flerbostadshus med trästomme påverkas av samspelet mellan brand, rök, sot, lukt, släckvatten, byggnadens uppbyggnad och den efterföljande skadehanteringen. Den direkta brandskadan utgjorde endast en del av skadebilden, medan sekundära skador från rök, sot, släckvatten och senare fuktbelastning hade stor betydelse för både skadeutbredning och kostnader.

Den viktigaste slutsatsen är att robust egendomsskydd i träbyggnader behöver omfatta hela skadeförloppet, inte enbart branden. Rök, sot, lukt, släckvatten och senare fuktbelastning behöver hanteras snabbt, systematiskt och dokumenterat. Tidig skadebegränsning, riktad friläggning, fuktsäker hantering och tydlig ekonomisk uppföljning är avgörande för att minska skadeomfattning, följdskador och kostnader.

Flera tekniska slutsatser från projektet är följande:

1. Framtida skadeprojekt bör använda en gemensam och spårbar struktur för dokumentation av skadeorsak, initial skadebedömning, friläggning, verifierad skada, åtgärdsbehov och kostnad. Vägledningen från Etapp 3 [6] bör kompletteras med tydligare stöd för modulbyggda träbyggnader, väderskydd, stillestånd, ansvarsfördelning och ekonomisk kodning.
2. Rök-, sot- och luktpåverkan fick en större utbredning än den direkta termiska brandskadan. Skadeinventering behöver därför omfatta angränsande och dolda utrymmen även där synlig brandskada saknas.
3. Släckvatten spreds både horisontellt och vertikalt genom bjälklag, golv-vägganslutningar, schakt, genomföringar och modulskarvar. Vattenupptagning i gips, trä, isolering och andra porösa material var särskilt kritisk.
4. Byggnadens modulära uppbyggnad påverkade skadeutbredningen. Särskilt viktiga detaljer var modulskarvar, klämd gips, schakt, bjälklagsanslutningar, badrumspoddar, ytterväggshörn samt grundsockellösning.
5. Den initiala skadebedömningen var försiktig men rimlig med hänsyn till osäkerheten kring dolda skador. Skadearean bedömdes initialt till 3 338 m² och slutligt till 2 297 m². Av den initiala skadearean kunde 1 401 m² senare friskrivas, medan 360 m² skadad area identifierades som inte noterats initialt.
6. Fuktrelaterade följdskador och nyskador visar att skadebegränsningen måste upprätthållas under hela processen. Stillestånd, begränsad ventilation, väderexponering och bristande temporärt väderskydd kan öka skadeomfattningen betydligt.
7. Den sammanställda kostnaden uppgick till cirka 48,4 Mkr exklusive moms. Av detta bedömdes 35,7 Mkr vara kopplade till skador från brand, rök, sot, lukt och släckvatten samt 9,2 Mkr till fuktrelaterade följdskador och nyskador.
8. Skadearea och kostnaden var inte proportionella. Tekniskt komplexa byggnadsdelar, exempelvis badrumspoddar, schakt, installationer och ytterväggsanslutningar, kunde vara kostnadsdrivande trots begränsad skadearea.

De praktiska rekommendationer som följer av studiens lärdomar sammanfattas i Bilaga A och är avsedda som stöd för framtida skadeutredning, sanering och återställning.

Litteraturförteckning

[1] N. Gustafsson, Olycksutredning: Brand i byggnad, Munkhättegatan 163, Malmö, Räddningstjänsten Syd, 2024. https://rib.msb.se/Filer/pdf/30796.pdf.

[2] J. Andersson, V. Luoma, Olycksutredning: Brand i flerbostadshus, modulhus i trä: Hölö, Södertälje, 2 februari 2025, Södertörns brandförsvarsförbund, 2025. https://rib.msb.se/Filer/pdf/31403.pdf.

[3] D. Brandon, J. Su, Mass Timber Structures Post-Fire: A Gap Analysis, Research Institutes of Sweden, National Research Council Canada, Lund, Sweden, 2023. https://www.nfpa.org/education-and-research/research/fire-protection-research-foundation/projects-and-reports/fire-safety-challenges-of-tall-wood-buildings/mass-timber-structures-postfire-a-gap-analysis.

[4] P. Callow, J. Glockling, The Mass Timber Insurance Playbook: A Guide to Insuring Mass Timber Buildings, Alliance for Sustainable Building Products, 2023. https://asbp.org.uk/wp-content/uploads/2024/05/MTIP_A4_document_2024_final.pdf (accessed June 24, 2026).

[5] Trä- och Möbelföretagen, Sveriges Träbyggnads Kansli, Branschregler: Robust brandskydd för modulhus med träregelstomme – Flerbostadshus, Version 1.1, Trä- och Möbelföretagen, Sveriges Träbyggnads Kansli, 2025. https://www.tmf.se/branschfragor/branschutveckling/teknik-och-forskning/krav--standarder/.

[6] C. Pettersson, K. Bergström, H.A. Hjärner, S.O. Mundt-Petersen, Hantering av rök, sot och släckvatten efter brand i byggnader av trä, TräCentrum Norr, 2025.

[7] B. Forsthuber, D. Brandon, E. Toumpanaki, J. Vcelak, L. Vojnovic, Damage and Repair of Tall Timber Buildings, in: G. Fink, R. Jockwer, J.M. Cabrero (Eds.), Holistic Design of Taller Timber Buildings, Springer Nature Switzerland, Cham, 2025: pp. 150–176. https://doi.org/10.1007/978-3-032-02098-7_13.

[8] C. Pettersson, L.W. Menzemer, P. Hejtmanek, D. Brandon, Property Protection in the Event of a Fire, in: G. Fink, R. Jockwer, J.M. Cabrero (Eds.), Holistic Design of Taller Timber Buildings, Springer Nature Switzerland, Cham, 2025: pp. 143–149. https://doi.org/10.1007/978-3-032-02098-7_12.

[9] J. Ebus, T. Geertsema, V. Jansen, M. Leene, R. van Liempd, M. Polman, L. de Witte, L. Wolfs, Smoke Propagation in Residential Buildings: The Main Report on the Field Experiments Conducted in a Residential Building with Internal Corridors, Instituut Fysieke Veiligheid, Fire Service Academy, Arnhem, The Netherlands, 2020. https://www.europeanfiresafetyalliance.org/wp-content/uploads/2021/02/20200916-BA-Smoke-propagation-in-residential-buildings.pdf.

[10] B. Hägglund, K. Nireus, P. Werling, Pressure rise due to fire growth in a closed room: Description of three full-scale tests, Försvarets forskningsanstalt (FOA), 1996.

[11] M. Caldwell, L. Viereck, P. Aondio, N. Flexeder, Moisture Management During Construction, in: G. Fink, R. Jockwer, J.M. Cabrero (Eds.), Holistic Design of Taller

Timber Buildings, Springer Nature Switzerland, Cham, 2025: pp. 127–142. https://doi.org/10.1007/978-3-032-02098-7_11.

[12] J. Arfvidsson, L.-E. Harderup, I. Samuelson, Fukthandbok: praktik och teori, Fjärde utgåvan, Svensk byggtjänst, Stockholm, 2017.

[13] T. Gustavsson, L. Lång, G. Bok, P. Johansson, M. Theorin, L. Tobin, Fukthandbok för säker träbyggnadsproduktion: Anvisningar för byggarbetsplatsen, 1st ed., Skogsindustrierna, Svenskt Trä, 2024.

[14] Standard - Indoor air — Part 28: Determination of odour emissions from building products using test chambers ISO 16000-28:2020, Svenska institutet för standarder, SIS (n.d.). https://www.sis.se/produkter/miljo-och-halsoskydd-sakerhet/luftkvalitet/omgivningsluft/iso-16000-282020/ (accessed August 4, 2026).

[15] S. Bergström, Olycksutredning brand i byggnad, flerbostadshus, Kallkällan i Luleå, Räddningstjänsten Luleå, Luleå, 2026.

[16] A. Josephson, Lulebo vill att någon annan tar över modulhuset på Kallkällan, Norrbottens-Kuriren (2024). https://www.kuriren.nu/nyheter/lulea/artikel/lulebo-brandskadade-flerfamiljshuset-ska-inte-rivas/jp4mdzkj (accessed June 11, 2026).

[17] Lindbäcks Bygg AB, Lulebo AB, Lindbäcks köper och återställer huset på Kallkällan, (2024). https://www.lulebo.se/artikel/lindbacks-koper-och-aterstaller-huset-pa-kallkallan (accessed August 19, 2026).

[18] Vad kostar en vindsbrand?, Försäkrings AB Göta Lejon och Räddningstjänsten Storgöteborg, 2026.

Bilaga A. Rekommendationer till branschens aktörer

Studien visar att skadehantering efter brand i träbyggnader behöver genomföras snabbt, systematiskt och med särskild hänsyn till dolda skikt, fuktkänsliga material och byggnadens konstruktiva uppbyggnad. Bilagan konkretiserar de framåtsyftande lärdomarna i avsnitt 7.6 till praktiska rekommendationer för framtida skadeprojekt. Rekommendationerna nedan sammanfattar de viktigaste lärdomarna för entreprenörer, saneringsföretag, fastighetsägare, försäkringsbolag, projektörer och skadeutredare, och bedöms i huvudsak kunna tillämpas även på andra typer av träbyggnader.

Viktiga åtgärder

Tabell 12 visar viktiga åtgärder vid brand-, rök-, sot- och släckvattenskador i modulbyggnader i trä, men många är generella nog att även gälla brandskadade byggnader över lag.

En förutsättning för effektiv skadehantering är att ansvar och mandat är tydligt definierade från dag ett. En dedikerad projektgrupp eller en ansvarig projektledare med ekonomiskt ansvar och befogenhet att fatta beslut bör utses omgående efter en brandskada [6]. Projektgruppen bör ha till uppgift att minimera skadeomfattningen och säkerställa att åtgärder vidtas i rätt ordning och i rätt tid.

Utifrån studien framstår följande utvecklingsområden som särskilt viktiga:

- **Tidiga åtgärder**. Avlägsna fritt vatten, starta avfuktning, säkerställ undertryck i brandhärden samt tillräcklig värme och ventilation, och identifiera riskkonstruktioner tidigt.
- **Skadeinventering**. Arbeta iterativt med initial bedömning, riktad friläggning, uppföljande kontroll och löpande revidering av skadeutbredning.
- **Dolda skikt**. Ge särskild uppmärksamhet åt modulskarvar, schakt, klämd gips, bjälklagsanslutningar och badrumspoddar.

Eftersom olika aktörer kan ha skilda uppdrag och incitament bör beslut om rivningsomfattning kvalitetssäkras av en oberoende funktion med tydligt beställar- och kostnadsansvar. Detta minskar risken för att åtgärdsomfattningen styrs av andra hänsyn än den verifierade skadebilden och byggnadens långsiktiga funktion.

Tabell 12: Sammanställning av rekommendationer.

Skede	Rekommendation	Syfte
1. Akut skade-begränsning	Stäng av inkommande vatten. Avlägsna fritt vatten, starta avfuktning, skapa undertryck i brandhärden och säkerställ värme och ventilation så tidigt som möjligt (avfuktning/undertryck vidhålls under saneringen).	Minska risken för att släckvattenpåverkan leder till mikrobiella skador samt minska luktspridningen och rivningsbehoven.

Skede	Rekommendation	Syfte
2. Tidig riskbedömning	Identifiera riskkonstruktioner redan i första skadeinventeringen: schakt, modulskarvar, klämd gips, bjälklagsanslutningar, badrumspoddar, socklar och ytterväggshörn.	Undvika att dolda skador missas i tidigt skede.
3. Rök, sot och lukt	Bedöm inte bara synliga brandskador. Kontrollera även angränsande utrymmen, dolda skikt, schakt och luftspalter där rök, sot och lukt kan ha spridits.	Begränsa risken för kvarvarande kontaminering och lukt efter återställning.
4. Släckvatten och fukt	Skilj mellan fritt vatten och uppsuget vatten (i material). Kontrollera porösa organiska material som gips, trä, isolering och träbaserade skivor. Torka det som går och sätt in avfuktning.	Säkerställa att fukt inte byggs in i konstruktionen.
5. Friläggning och kontroll	Arbeta iterativt: gör en initial bedömning, frilägg riktat, kontrollera, genomför mikrobiell provtagning, dokumentera och revidera skadeutbredningen.	Balansera försiktighetsprincipen mot risken för onödigt omfattande rivning.
6. Väderskydd och klimat	Om fasad, yttervägg eller tak öppnas ska temporärt väderskydd, tätning, avrinning och klimatkontroll säkerställas.	Förhindra nyskador från nederbörd, kondens eller inläckage.
7. Stillestånd	Om arbetet avbryts ska byggnadens väderskydd, avfuktning och ventilation samt eventuell undertrycksättning fortsatt kontrolleras. Ansvar och mandat för att detta ska vara tydliga.	Undvika att den ursprungliga brandskadan förvärras eller att nya skador uppstår under väntetid.
8. Badrumspoddar och installationer	Dokumentera varför poddar eller installationstäta delar rivs: faktisk skada, åtkomstbehov, kontrollbehov eller försiktighetsåtgärd.	Skapa spårbarhet och bättre ekonomisk uppföljning.
9. Ekonomisk kodning	Koda kostnader från start enligt skador från brand och från släckvatten, följdskador, nyskador, åtkomstrivning, kontroll och ombyggnad.	Möjliggöra rättvisande kostnadsanalys och erfarenhetsåterföring.
10. Återställning	Påbörja inte återställning förrän fukt, lukt, sot, mikrobiell status och saneringsresultat är kontrollerade och dokumenterade.	Minska risken för att skador eller lukt byggs in.

Kritiska byggnadsdetaljer

I Tabell 13 presenteras kritiska byggnadsdetaljer som har identifierats som särskilt viktiga att kontrollera för den aktuella byggnaden efter en brand och släckinsats.

Tabell 13: Sammanställning av kritiska byggnadsdelar för den aktuella byggnaden.

Byggnadsdetalj	Varför den är kritisk
Takdosor och andra eldosor	Kontrollera om brand, rök, sot eller lukt har spridits vidare in i bjälklag eller väggkonstruktion via dosor eller genomföringar.
Modulskarvar	Kan transportera och hålla kvar rök, sot, lukt och vatten i dolda skikt. Kontrollera skarvar mellan moduler, särskilt där de ansluter till bjälklag, väggar, schakt eller brandutsatta rum.
Klämd gips	Klämd gips kan suga upp släckvatten och vara svår att torka utan friläggning. Materialet är svårt att byta eftersom bärande bjälklag är infästa genom gipsskivorna.
Schakt	Kan ge vertikal spridning av vatten, rök, sot och lukt mellan våningsplan. Bristfällig tätning av skarvar i schakt kan ge horisontell spridning av vatten.
Bjälklagsanslutningar	Kan leda vatten horisontellt och vidare ned i väggar eller underliggande konstruktioner.
Badrumspoddar	Skapar svåråtkomliga utrymmen (luftspalter och ansamlande takyta) och är kostsamma att demontera och återställa.
Fasadluftspalter	Kontrollera om brandgaser, sot, lukt, släckvatten eller fukt har spridits bakom fasadskiktet.
Stomstabiliserande ytterväggshörn	Ytterhörn är generellt fuktkänsliga på grund av sitt utsatta läge. Om de dessutom är stomstabiliserande kan de vara konstruktivt viktiga och svåra att ersätta.
Sockelanslutningar	Risk för inträngande vatten, särskilt vid skadad tätning eller exponerad fasad.

Prioriterad checklista

Följande punkter bör prioriteras i framtida skadeprojekt:

- **Säkra klimatet tidigt.** Avfuktning, värme och fläktförstärkt undertryck i brandhärd. Ventilation och väderskydd ska etableras så snart som möjligt. Undertryck i brandhärd ska vidhållas till avslutad sanering.
- **Identifiera dolda spridningsvägar.** Schakt, modulskarvar, bjälklag och poddar ska kontrolleras tidigt. Prioritera brandtornets vertikala sektion.
- **Dokumentera skadeorsak och beslut.** Varje rivnings- eller saneringsbeslut bör kopplas till skadeorsak, byggnadsdel och dokumenterad observation.
- **Arbeta stegvis och revidera skadebilden.** Initiala bedömningar ska följas upp genom riktad friläggning och ny kontroll.
- **Särredovisa kostnader från början.** Kostnader bör kodas så att skador från brand och släckvatten, följdskador, nyskador, åtkomstrivning och ombyggnad kan särskiljas.

Sammanfattande rekommendation

För modulbyggda flerbostadshus i trä bör grundläggande insatsinformation finnas tillgänglig i byggnaden och delges räddningstjänsten. Informationen bör omfatta byggnadens konstruktionsprincip, placering av modulskarvar, installationsschakt, fasaduppbyggnad, balkonginfästningar, brandgasventilation och eventuella särskilda riskområden för dold brandspridning.

Information om vilka rökluckor som betjänar vilka utrymmen bör finnas tydligt anslagen i anslutning till manöverdon för brandgasventilation. Detta minskar risken för felaktig användning och ger bättre förutsättningar för taktiska beslut under insats.

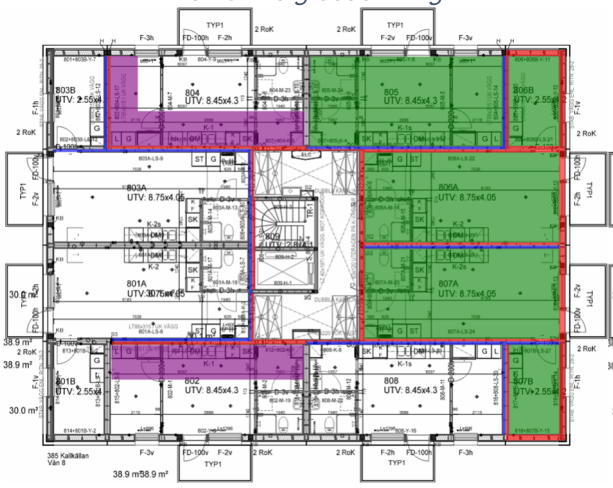
Skadebegränsning, fuktsäkerhet, sanering, byggteknik och ekonomi behöver samordnas under hela processen. Tidig avfuktning, riktad friläggning, skydd av öppna konstruktioner och systematisk dokumentation är avgörande för att begränsa följdskador och kostnader.

Bilaga B. Tidig skadeinventering och slutlig skadebedömning

Nedan presenteras en sammanställning baserad på Polygon och Ocabs tidiga bedömning av de skadade ytorna. Den tidiga bedömningen jämförs med den slutligt verifierade skadebedömningen till höger, utan att fuktrelaterade nyskador räknas med.

Lila= öppnas för kontroll
Grön = golv som bedöms vara skadat
Röd/blå = vägg som bedöms vara skadad
Kryss = utriven badrumspodd

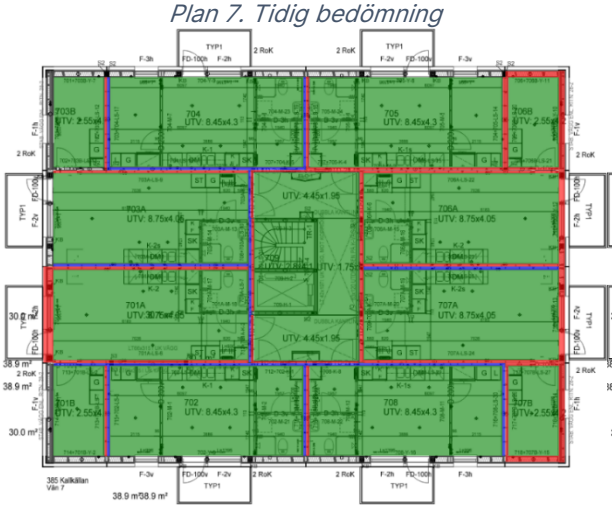
Plan 8. Tidig bedömning



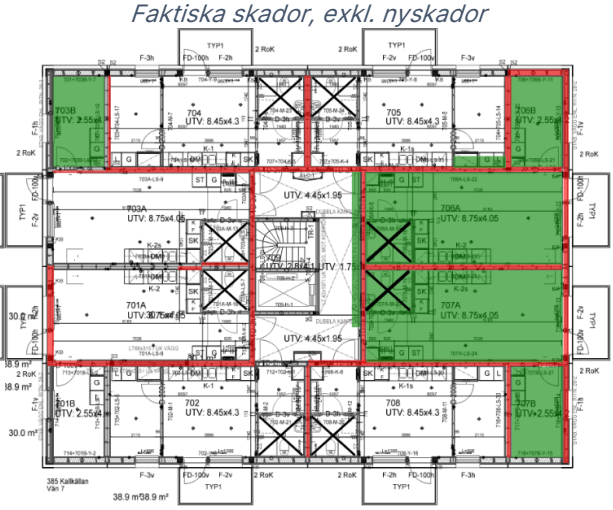
Faktiska skador, exkl. nyskador



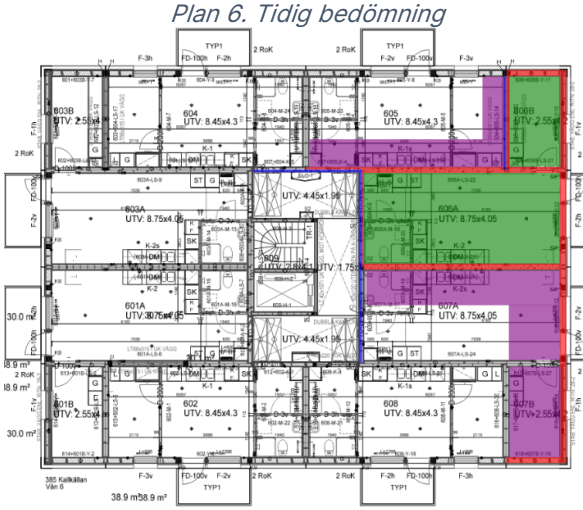
Plan 7. Tidig bedömning



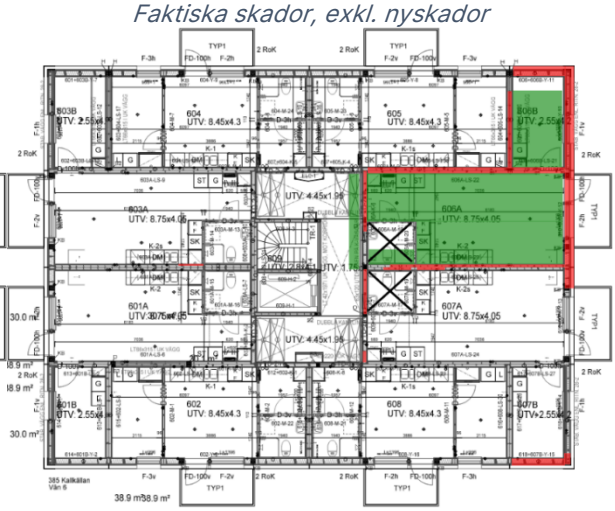
Faktiska skador, exkl. nyskador



Plan 6. Tidig bedömning



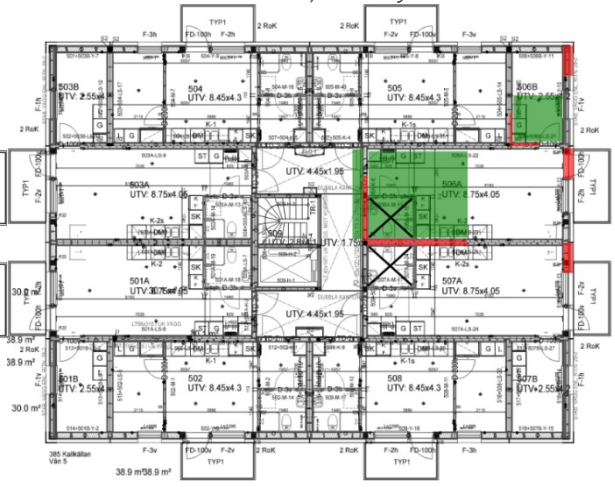
Faktiska skador, exkl. nyskador



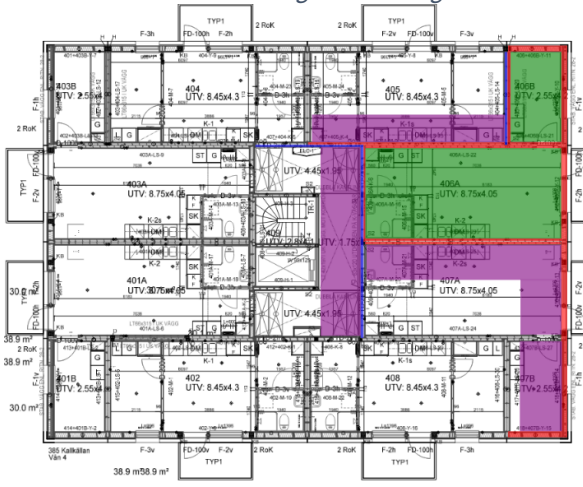
Plan 5. Tidig bedömning



Faktiska skador, exkl. nyskador



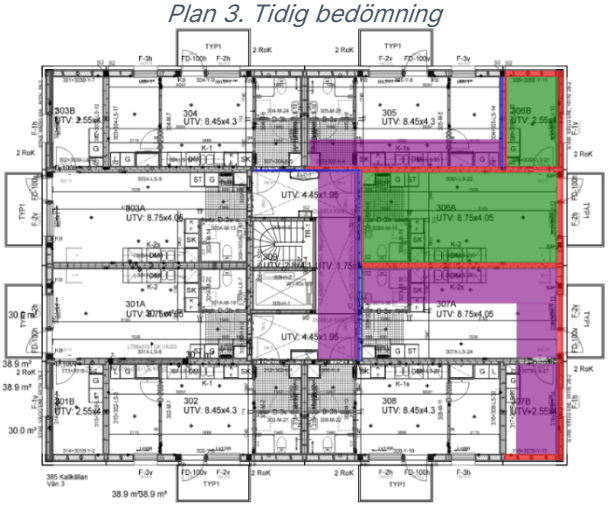
Plan 4. Tidig bedömning



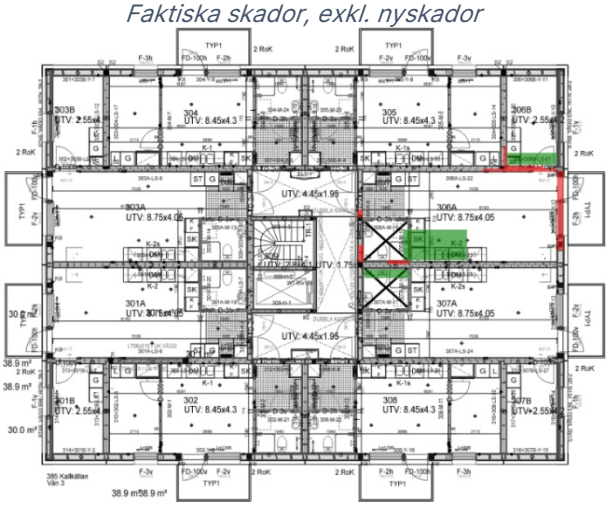
Faktiska skador, exkl. nyskador



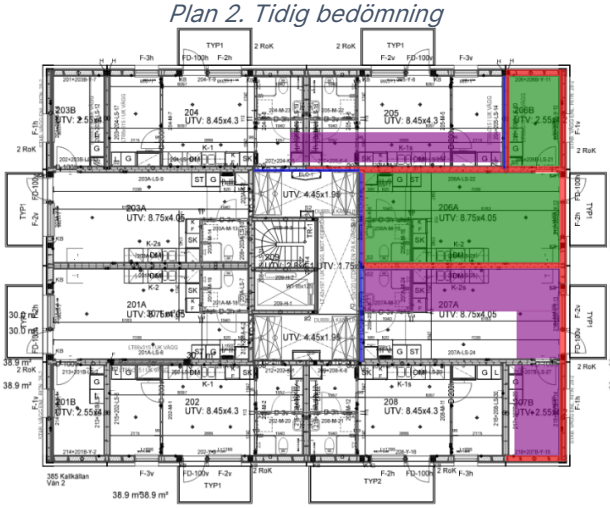
Plan 3. Tidig bedömning



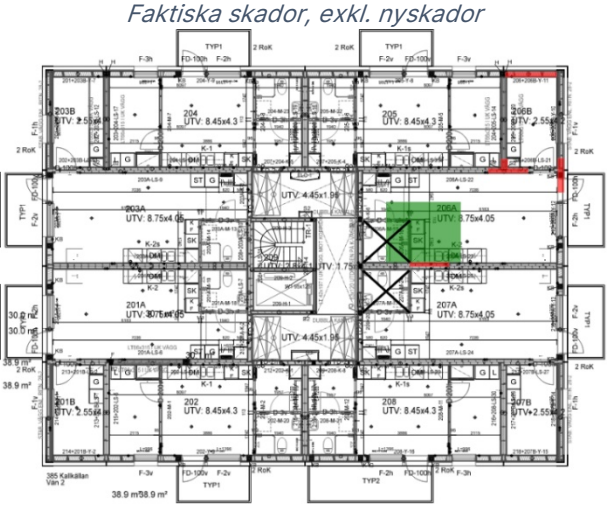
Faktiska skador, exkl. nyskador



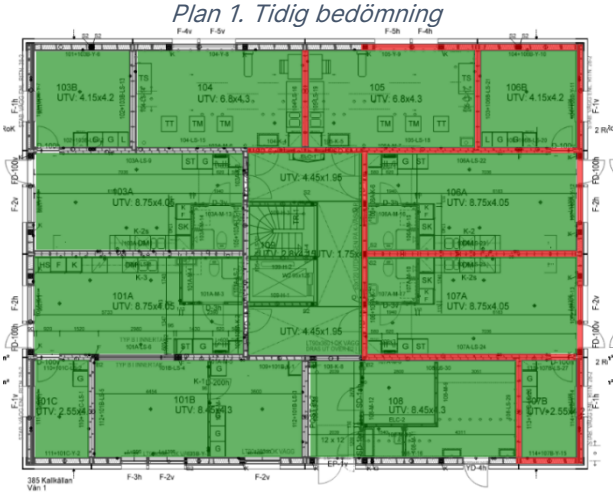
Plan 2. Tidig bedömning



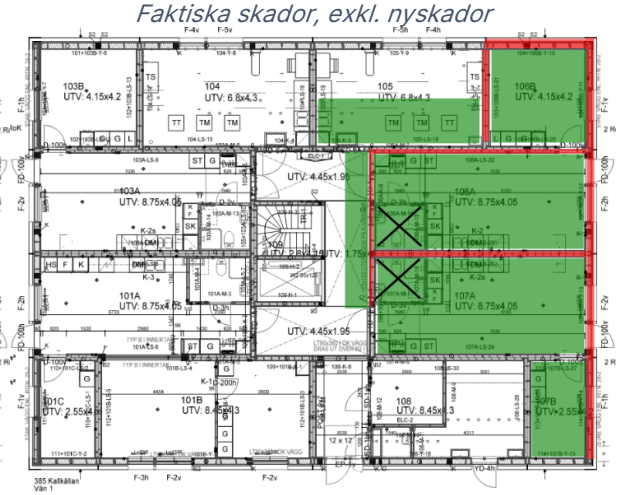
Faktiska skador, exkl. nyskador



Plan 1. Tidig bedömning



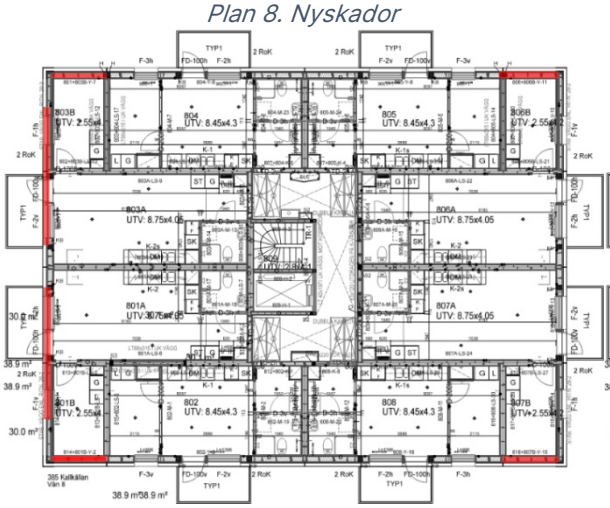
Faktiska skador, exkl. nyskador



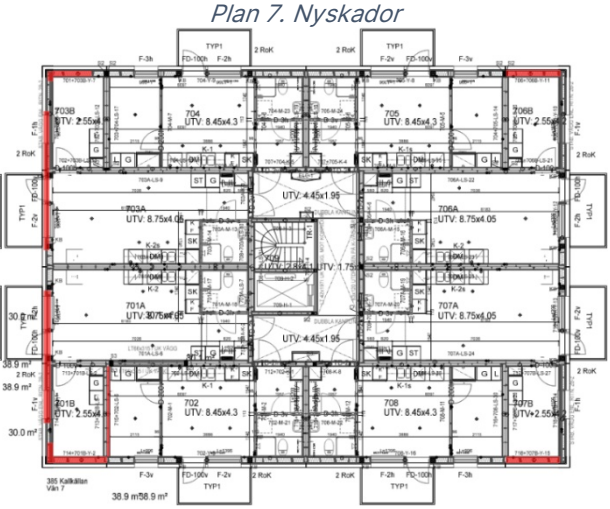
Bilaga C. Fuktrelaterade nyskador

Nedan redovisas de fuktrelaterade nyskador som identifierats, det vill säga skador som bedöms ha uppstått efter den ursprungliga brand- och släckinsatsen. Notera att nyskador som visas nedan är fuktskador innanför vindskyddsskiva.

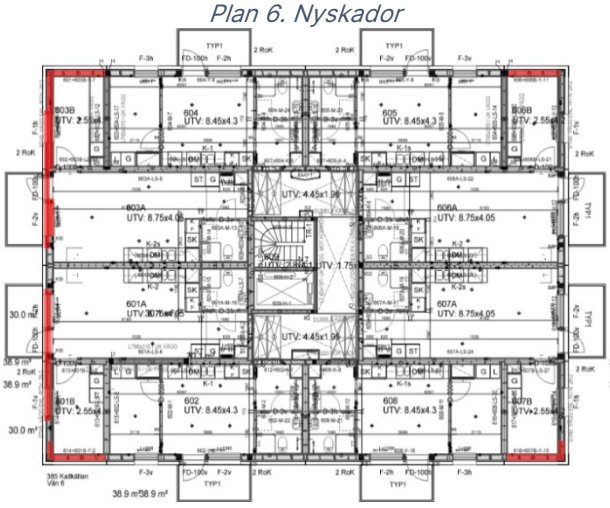
Plan 8. Nyskador



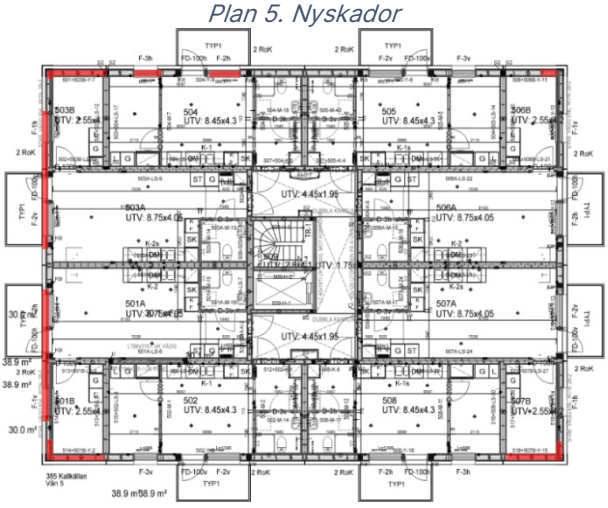
Plan 7. Nyskador



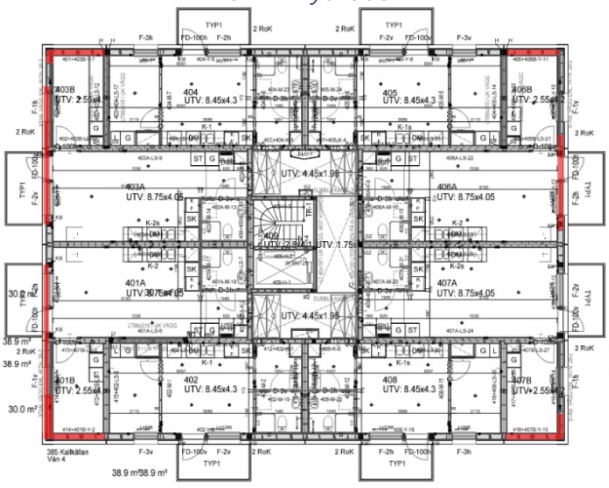
Plan 6. Nyskador



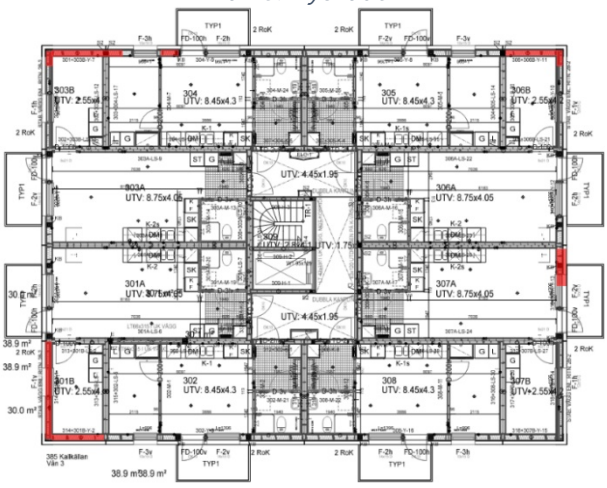
Plan 5. Nyskador



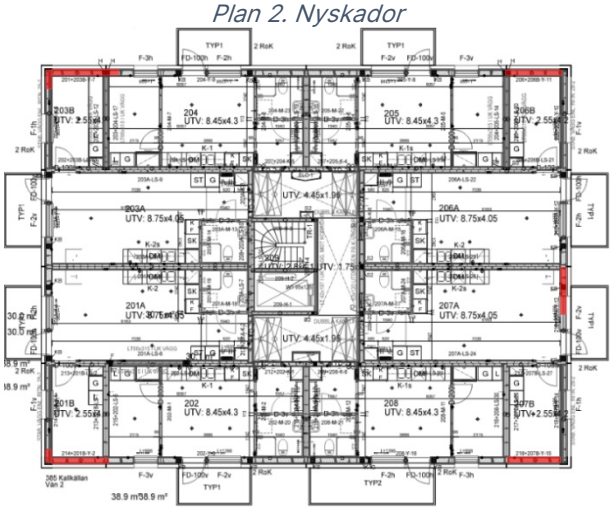
Plan 4. Nyskador



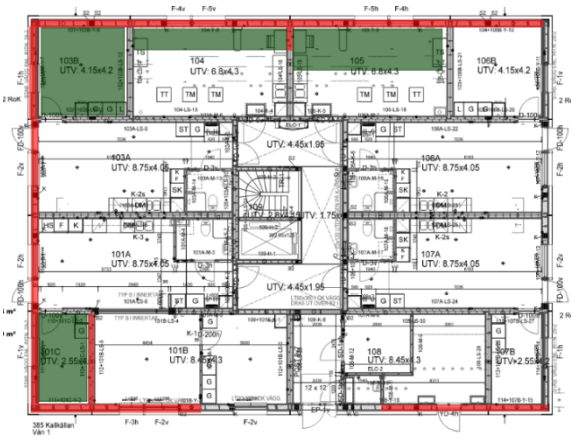
Plan 3. Nyskador



Plan 2. Nyskador



Plan 1. Nyskador



Bilaga D. Vad hade kunnat räddas?

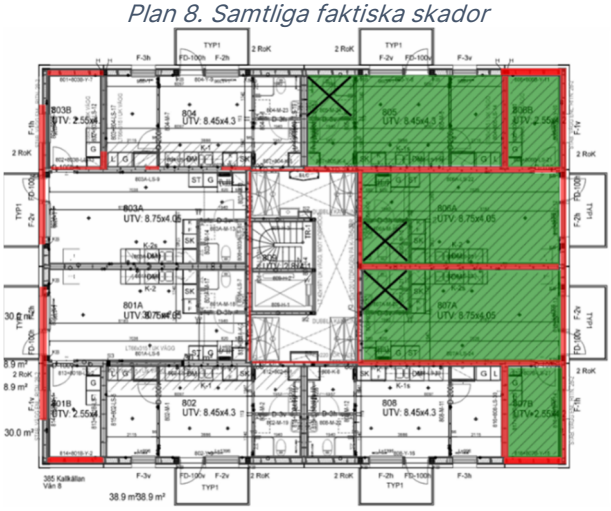
Nedan jämförs den slutligt verifierade skadebedömningen till vänster med de skadade byggnadsdelar som sannolikt inte hade kunnat räddas till höger.

Röd = skadad vägg
Grön = skadat golv
Rutat (till vänster) = skadat tak

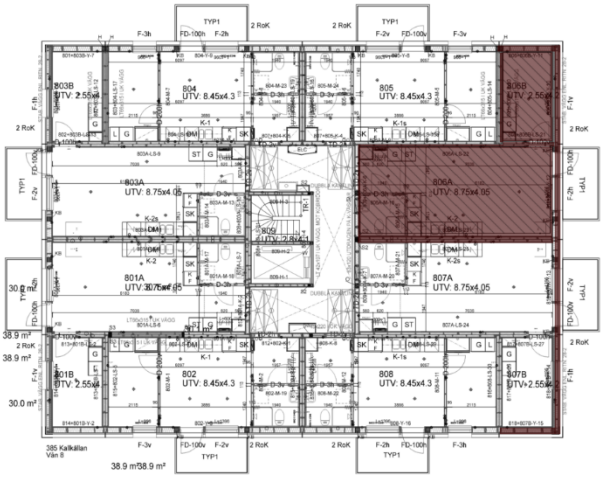
Kryss = utriven badrumsbodd

Brun = golv/vägg som inte kunde räddas med rimlig insats*
Rutat (till höger) = tak som inte kunde räddas med rimlig insats*
**) Bedömning av Ocab efter genomfört sanering.*

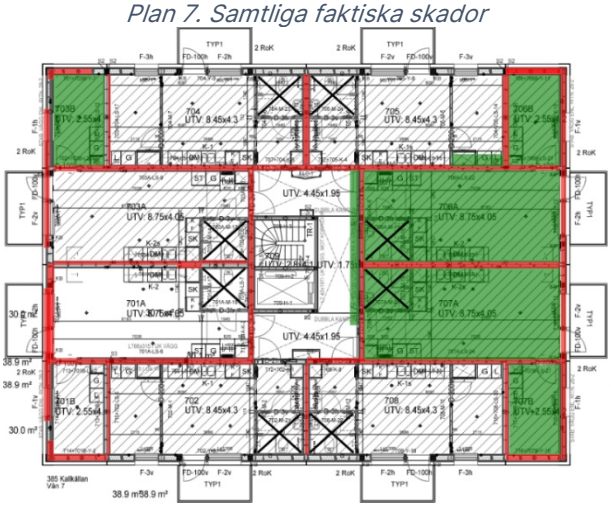
Plan 8. Samtliga faktiska skador



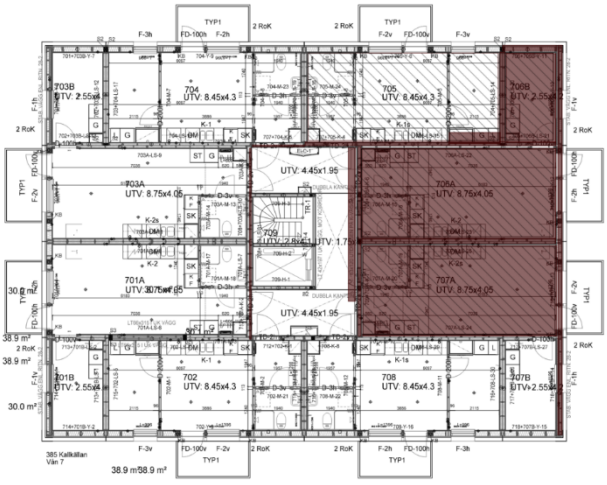
Kunde sannolikt inte räddas



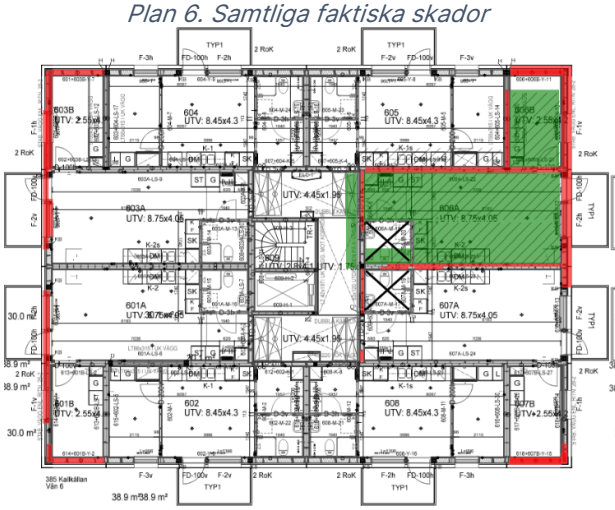
Plan 7. Samtliga faktiska skador



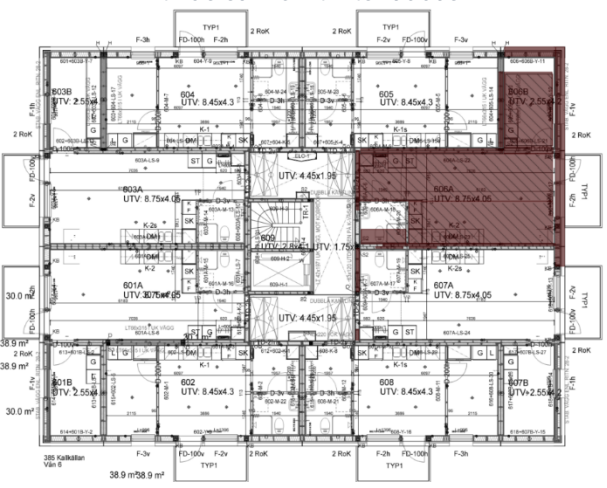
Kunde sannolikt inte räddas



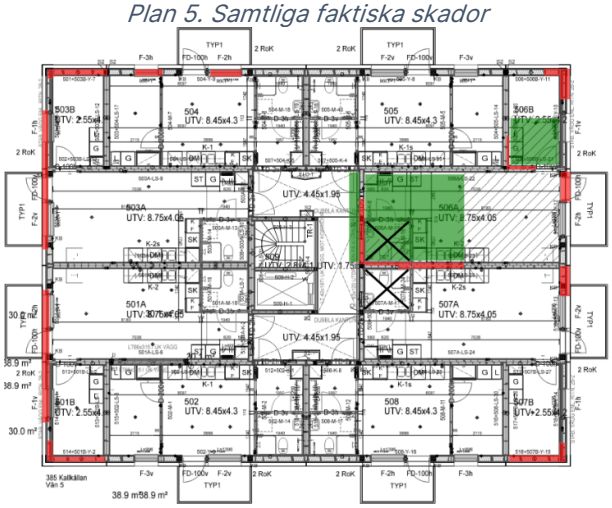
Plan 6. Samtliga faktiska skador



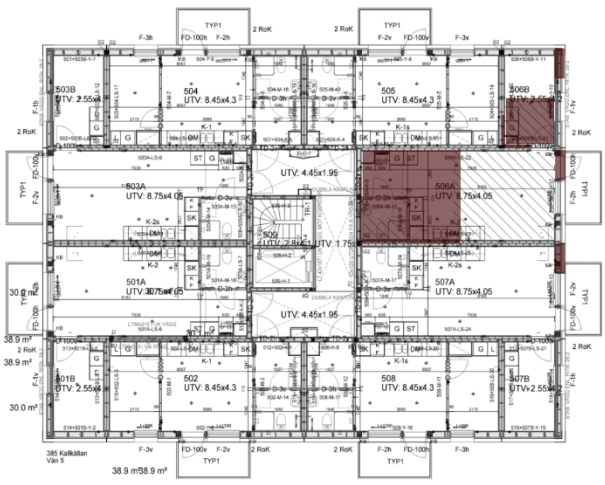
Kunde sannolikt inte räddas



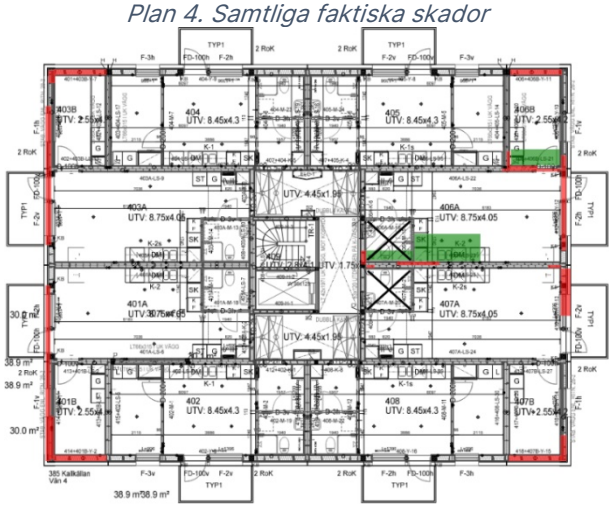
Plan 5. Samtliga faktiska skador



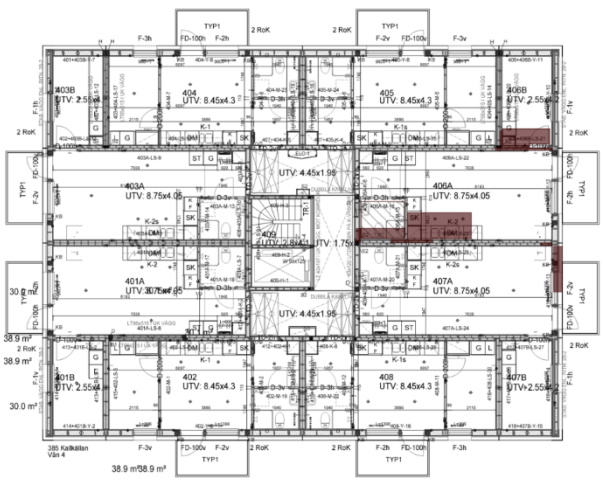
Kunde sannolikt inte räddas



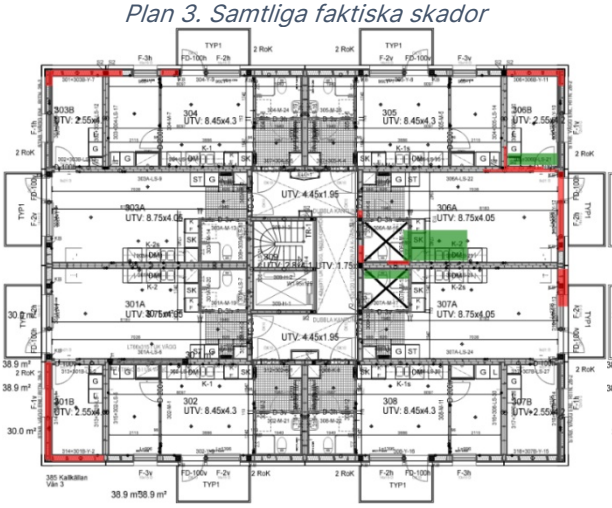
Plan 4. Samtliga faktiska skador



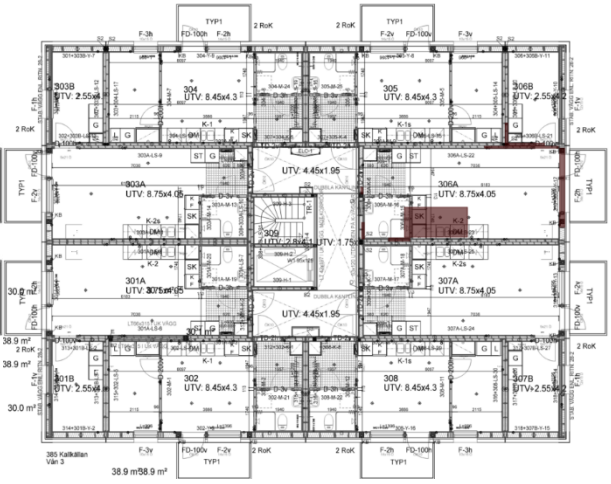
Kunde sannolikt inte räddas



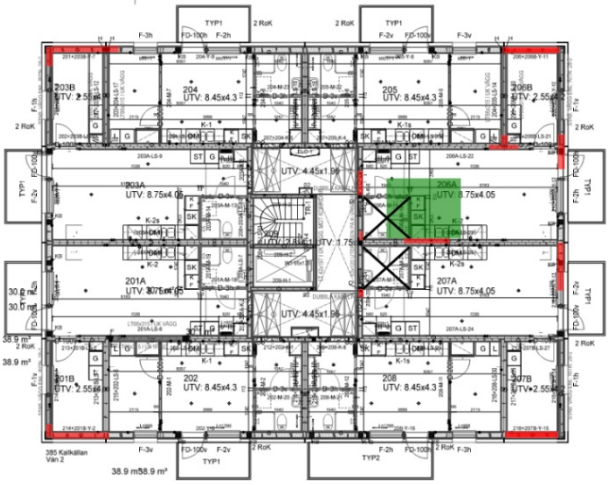
Plan 3. Samtliga faktiska skador



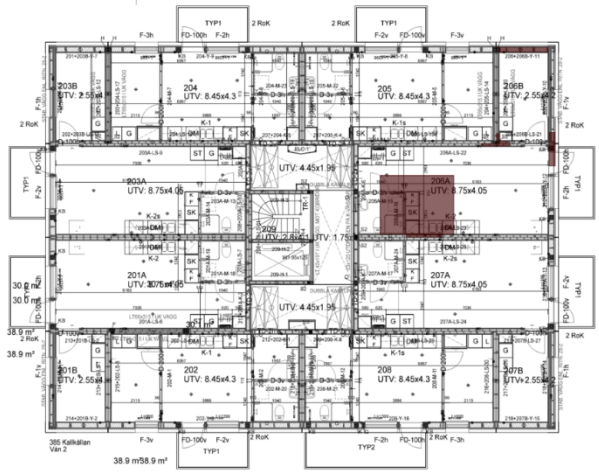
Kunde sannolikt inte räddas



Plan 2. Samtliga faktiska skador



Kunde sannolikt inte räddas



Plan 1. Samtliga faktiska skador



Kunde sannolikt inte räddas

