

VFA 5.1: Utrymning från entresolplan

VFA 5.1: UTRYMNING FRÅN ENTRESOLPLAN	
Syfte:	Att uppfylla BBR 5:321, föreskrift, med avseende på att uppnå tillfredställande utrymning med enbart en utrymningsväg från entresolplan som skiljer sig från beskrivning av mindre entresolplan i det allmänna rådet.
Indata:	Gångavstånd enligt BBR 5:331 innehålls från entresolplan till utrymningsväg. Storlek och utformning av entresolplan och underliggande plan skiljer sig från det allmänna rådet. Lägenhet utförs med boendesprinkler.
Resultat:	Om bostad utförs med boendesprinkler antas tillräckligt god säkerhetsnivå uppnås och därmed kan det godtas att utgång direkt till utrymningsväg saknas från entresolplanet.

BBR 5:321 Tillgång till utrymningsväg

... Om bostaden eller lokalen har fler än ett plan ska det finnas minst en utrymningsväg från varje plan. Mindre entresolplan får dock utformas utan utgång till utrymningsväg från entresolplanet under förutsättning att utrymningen ändå kan ske på ett tillfredsställande sätt.

ALLMÄNT RÅD

... I utrymningsfallet avses med mindre entresolplan ett plan inom brandcellen som utgör en liten del av underliggande plan, som inte är uppdelad i mindre rum, och som endast är försett med räcke eller motsvarande. Ett mindre entresolplan utgör maximalt 50 % av golvarean på underliggande plan dock högst 25 m². Mindre entresolplan bör förses med brandvarnare.

1. Förutsättningar

Följande förutsättningar ligger till grund för denna verifiering och måste därför uppfyllas för att verifieringen ska vara giltig.

- Berörd del av byggnaden är klassad och projekterad inom verksamhetsklass 3.
- Inom bostaden finns en automatisk vattensprinkleranläggning som uppfyller kraven i BBR 5:2521 eller motsvarande säkerhetsnivå.
- Krav på maximalt gångavstånd uppfylls inom bostaden med avseende på utformning av entresolplan.
- Area på entresolen är mindre än 50 % av underliggande plan.

2. Identifiering av verifieringsbehov

I tabell 1 på nästa sida redovisas de delar av byggnadens brandskydd som förändras. Verifieringen som presenteras i detta dokument syftar till att visa att de angivna tilläggen ger en minst lika bra säkerhetsnivå som om förenklad dimensionering använts. Avsteget från förenklad dimensionering är att tillgång till utrymningsväg från entresolplanet saknas, detta bedöms primärt påverka möjligheten till utrymning vid brand. Indirekt bedöms även möjligheten till räddningsinsats påverkas till följd av att entresolplanet utförs utan direkt angreppsväg i planet.

Tabell 1. Avsteg och tillägg i aktuellt utförande jämfört med förenklad dimensionering.

Del av brandskyddet		Aktuell utformning jämfört med förenklad dimensionering	
		Avvikelse	Tillägg
5:2	Brandtekniska klasser och övriga förutsättningar.		
5:3	Möjlighet till utrymning vid brand.	X	X
5:4	Skydd mot uppkomst av brand.		
5:5	Skydd mot brand- och brandgasspridning inom byggnad.		(X)
5:6	Skydd mot brandspridning mellan byggnader.		(X)
5:7	Möjligheter till räddningsinsats.	(X)	(X)

Statistik – Boendesprinkler

Följande statistik är sammanställd utifrån statistik för boendesprinkler i USA. Detta är en följd av att den svenska marknaden för boendesprinkler inte är lika utbredd som den amerikanska. Statistiken är tagen för åren 2007–2011 och inkluderar endast bränder där sprinkler varit installerad i bostaden. Andelen bostäder som varit försedda med boendesprinkler under dessa år uppskattades till mellan 3–5 % och nedan visas vilken tillförlitlighet sprinklersystem haft i de hushåll som varit försedda med boendesprinkler (NFPA, 2013).

Tabell 2. Sammanställning av tillförlitlighet för boendesprinkler i USA.

	Andel där sprinkler aktiverat	Andel effektiv där sprinkler aktiverat	Andel där sprinkler aktiverat och varit effektiv
Andel	95 %	97 %	92 %

Vid analys av statistik har hänsyn endast tagits till boendesprinkler utförda som våtrörssystem då dessa anses vara den typ av system, likt USA, som vanligtvis installeras i bostäder i Sverige. Tillförlitligheten för boendesprinkler i detta fall är 92 % och det är denna procentsats som fortsättningsvis kommer nyttjas i analysen.

I underlaget inkluderas inte små bränder som inte rapporterats in till räddningstjänst eller liknande. Detta bedöms dock inte påverka under-

laget nämnvärt eftersom att dessa bränder sannolikt är så pass små att sprinklersystemet inte aktiverat.

3. Grovanalys

En inledande jämförelse görs mellan det aktuella objektet och en referensbyggnad för att jämföra om tillräcklig säkerhetsnivå är möjlig att uppnå med valda avsteg och tillägg för den aktuella lokalen. Referenslokalen är helt dimensionerad enligt förenklad dimensionering medan den aktuella lokalen skiljer sig något från de allmänna råd som anges i BBR, avsteg och tillägg är enligt tabell 1.

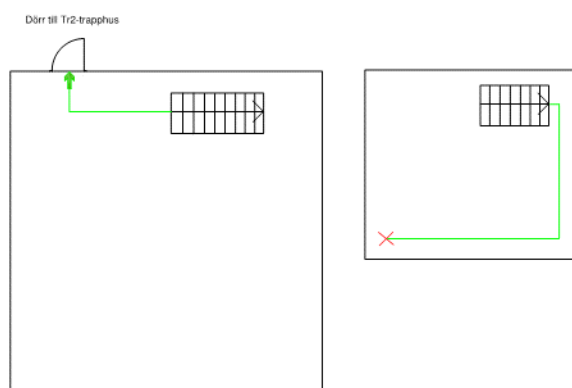
Denna analys behandlar ett entresolplan som är utfört stängt mot det undre planet. Analysen är dock applicerbar även i de fall då entresolplanet utförs öppet mot det undre planet, då detta bedöms vara ett mer gynnsamt fall. Båda lokalerna antas vara utrustade med brandvarnare då detta utgör ett minimikrav för bostäder i Vk3. Analysen är således endast giltig för bostäder i Vk3 som utförs med tillgång till Tr2-trapphus. Utrymningsväg utgörs då av dörr som leder vidare till Tr2-trapphus. Dock kan en liknande metodik även tillämpas för bostäder med andra utrymningslösningar.

Referenslokal

Referenslokalen utformas som en bostad med ett mindre entresolplan enligt förenklad dimensionering i BBR, 25 m² och öppet mot det undre planet. Referensobjektet anses ha tillfredsställande utrymningsmöjligheter för entresolplanet enligt förenklad dimensionering. Utrymning av refe-

rensloken sker via dörr till Tr2-trapphus och vidare till det fria, se figur 1 nedan.

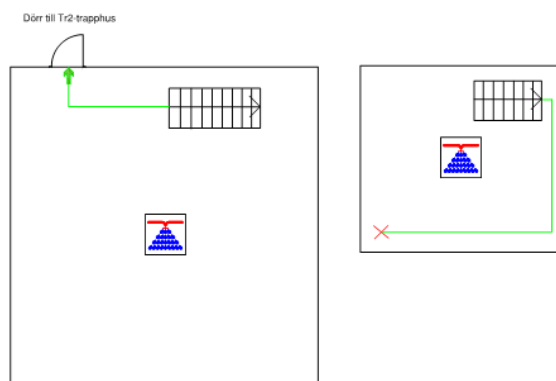
Gångavståndet till utrymningsväg från markerat område får maximalt uppgå till 30 meter. Höjden för trappan är antagen till 2,5 meter vilket ska multipliceras med en faktor 4. Antas ett gångavstånd på 5 meter mellan trappa och dörr till Tr2-trapphus får gångavståndet inom entresolplanet maximalt vara 15 meter. Gångavstånden för referensobjektet uppfyller därmed det krav som anges i BBR 5:331.



Figur 1. Referensobjekt. Krysset markerar platsen där gångavståndet är som längst till utrymningsväg.

Aktuell utformning

Den aktuella lokalens utformning innefattar en bostad med ett entresolplan som skiljer sig från beskrivningen av ”mindre entresolplan” enligt det allmänna rådet i BBR 5:321 genom att det inte utförs öppet mot det undre planet samt att dess area överstiger 25 m². Entresol utförs utan tillgång till utrymningsväg direkt i planet. Utrymning av entresolplanet sker via internt trappa till det undre planet och därifrån via dörr till Tr2-trapphus, se figur 2 nedan.



Figur 2. Aktuell utformning. Krysset markerar platsen där gångavståndet är som längst till utrymningsväg, observera att skalorna mellan figur 1 och figur 2 inte är lika.

Gångavståndet till utrymningsväg från markerat område får maximalt uppgå till 30 meter. Höjden för trappan är antagen till 2,5 meter vilket ska multipliceras med en faktor 4. Antas ett gångavstånd på 5 meter mellan trappa och dörr till Tr2-trapphus får gångavståndet inom entresolplanet maximalt vara 15 meter. Gångavstånden för den aktuella utformningen uppfyller då de krav som anges i BBR 5:331. Lokalen utrustas även med automatiskt vattensprinklerssystem i form av boendesprinkler som uppfyller kraven i BBR 5:2522 eller motsvarande säkerhetsnivå.

Gångavstånd inom lägenhet till utrymningsväg ger förutsättningarna för entresolplanets maximala area. Enligt ovanstående antagande skulle den maximala arean för entresolplanet kunna vara cirka 50 m². Utformningen av bostaden och dess gångavstånd begränsar på så vis möjligheterna för entresolplanets area. Storleken på entresolplanet bör därför utredas för det specifika fallet.

Boendesprinkler har möjlighet att begränsa eller släcka en brand om sprinklersystemet fungerar och är korrekt dimensionerat och utfört, vilket kan förväntas om utförande görs enligt standard. Primärt medför detta förbättrade utrymningsmöjligheter och på så vis en ökad personsäkerhet. Sekundärt medför det fördröjda brandförloppet också att räddningstjänsten ges bättre möjligheter till en räddningsinsats. I tillägg till en bättre möjlighet för en räddningsinsats påverkas även räddningstjänstens egna säkerhet där skadorna för den personal som ingår i räddningsinsatsen uppges minska med cirka 65 % (från 7,3 till 2,5 skador per 1000 bränder) (NFPA, 2012).

I tabell 2 nedan sammanställs ovanstående bedömning av hur den föreslagna utformningen av aktuell byggnad förhåller sig till gällande lagkrav om att byggnadsverk ska uppfylla väsentliga tekniska egenskapskrav i fråga om säkerhet i händelse av brand. Dessa används som grund för grovanalysen för att inte missa något grund-

- Det utformningsalternativ som innebär högst säkerhet: +
- Det utformningsalternativ som innebär lägst säkerhet: -
- Utformningsalternativen har en likvärdig säkerhet: =

läggande i tolkningen av funktionskraven i BBR. I tabellen nedan redovisas hur den planerade byggnadens utformning påverkar respektive parameter i förhållande till en referensbyggnad där rum är fördelade på ett och samma plan. Den sammanfattande bedömningen redovisas med följande bedömningsmått:

Tabell 3. Sammanställning av jämförelseanalysen.

Lagkrav	Referensbyggnad	Aktuell byggnad
1. Byggnadsverkets bärförmåga vid brand	-	+
2. Begränsning av utveckling och spridning av brand och rök inom byggnadsverket	-	+
3. Begränsning av spridning av brand till närliggande byggnadsverk	-	+
4. Personer i byggnadsverket ska vid brand kunna lämna den eller räddas på annat sätt	-	+
5. Räddningsmanskapets säkerhet vid brand ska beaktas	-	+

Som tabellen visar så bedöms förutsättningarna i den aktuella byggnaden vara förbättrad på alla punkter i förhållande till referenslokalen. Eftersom att den alternativa utformningen primärt påverkar utrymningsförutsättningarna så undersöks dock dessa vidare nedan.

4. Scenarioanalys

I följande scenarioanalys kommer tre olika scenarier att analyseras och jämföras med den valda lösningen utifrån de regelverk som gäller. Fokus kommer ligga vid att analysera personsäkerhet och personers utrymningsmöjlighet i händelse av brand eftersom det är inom detta område som den alternativa utformningen görs i BBR.

Följande brandscenarier har bedömts kunna påverka entresolplanet:

- Brand startar på entresolplanet,
- brand startar på det undre planet, eller
- brand i angränsande brandcell.

Ingen hänsyn tas till sannolikheten för om brandvarnaren fungerar då båda utformningar är försedda med brandvarnare och påverkar således sannolikheterna likvärdigt i båda utformningarna.

Scenario 1 – Brand startar på entresolplanet

I de fall brand startar på entresolplanet skulle detta kunna innebära att utrymningsvägen via interntrappa blockeras och omöjliggör en utrymning. Konsekvenserna bedöms vara mindre allvarliga i den aktuella utformningen eftersom det finns en bättre redundans i de brandskyddstekniska systemen i detta fall. Ett värsta fall innebär att rummen i båda utformningarna utnyttjas som sovrums/loft. Detta medför att personer kan förväntas ha en längre varseblivningstid och vara beroende av brandvarnaren för att kunna reagera. Ett förenklande antagande är att personer förväntas vara sovande 8 av 24 timmar eller 33 % av sin spenderade tid i detta utrymme. Övrig tid antas utrymnet vara tillräckligt överblickbart för att kunna utrymma utan hjälp av något tekniskt system innan brand blockerar utrymningsväg.

I referenslokalen där endast brandvarnare finns installerad antas denna ha samma tillförlitlighet som för den aktuella utformningen. På grund av detta studeras denna sannolikhet inte vidare, utan endast fallet då brandvarnaren fallerar studeras för båda lösningarna. Detta medför att sannolikheten för att en lyckad utrymning inte kan genom-

föras, $P_{ref\ entresol}$ relateras till huruvida personerna är vakna eller inte, vilket ger en sannolikhet på $1 \cdot 0,33 = 0,33$.

Den aktuella utformningen har både brandvarnare och boendesprinkler installerat och har på så vis en högre säkerhetsnivå och bättre redundans i de brandskyddstekniska systemen. Tillförlitligheten för boendesprinkler är bedömd till att fungera och effektivt begränsa brand i 92 % av fallen. Dock är entresolplanet dubbelt så stort, vilket innebär att sannolikheten förenklat också antas vara dubbelt så stor. Detta medför att sannolikheten, $P_{ref\ entresol}$ att personer inte har möjlighet att utrymma är $1 \cdot (1-0,92) \cdot 0,33 \cdot 2 = 0,052$ för den alternativa utformningen.

Då sannolikheter för att personer inte har möjlighet att utrymma räknats fram för båda fallen kan en jämförelse göras för att påvisa säkerheten dem emellan.

Jämförelsen baseras kring kvoten av sannolikheterna, $\frac{P_{alt\ entresol}}{P_{ref\ entresol}}$ där en kvot <1 innebär att sannolikheten för att personer inte förväntas kunna utrymma är lägre för den alternativa utformningen.

Utifrån ovanstående beräkningar kan kvoten beräknas till 0,16. Detta innebär att man med boendesprinkler förväntas få en lägre risk och bättre möjlighet att utrymma säkert i de fall då brand startar i ett entresolplan försett med boendesprinkler, även om detta utförs större.

Scenario 2 – Brand startar på det undre planet

I de fall brand startar på undre entresolplanet skulle detta kunna innebära en sämre möjlighet att personer själva upptäcker branden då de befinner sig i annat utrymme med sämre förutsättningar för utrymning. Även i detta scenario bedöms konsekvenserna vara bättre i den aktuella utformningen eftersom det finns en bättre redundans i de brandskyddstekniska systemen. Analysen tar endast hänsyn till utrymningsmöjligheterna för personer som befinner sig i entresolplanet.

I referenslokalen antas möjligheterna för utrymning vara bättre, bortsett från boendesprinklerna. Detta med hänsyn till dess utformning som öppet entresolplan och med mer begränsad storlek, vilket förkortar gångavstånden. Den mindre arean skulle dock även kunna ge snabbare brandgasfyllnad på entresolplanet och omöjliggöra en

tillfredsställande utrymning. Sammantaget utgår analysen från utformningen i referensfallet är sådan att om personerna på entresolen är vakna eller brandvarnaren fungerar så kommer utrymning kunna genomföras säkert. Tillförlitligheten för brandvarnaren har antagits till 0,7 baserat på det lägre värdet som anges för detektionssystem i PD 7974-7 (BSI, 2003). Alltså beräknas sannolikheten för att personer inte har möjlighet att utrymma till $1 \cdot 0,33 \cdot (1 - 0,7) = 0,10$ i referensfallet, $P_{ref\ entresol}$.

Hur sannolikheten för en lyckad utrymning påverkas av att den aktuella entresolen är större samt omgiven av väggar är svår att kvantifiera då det inte finns något statistiskt underlag att relatera till. För att förenkla analysen antas det därför att fungerande brandvarnare är nödvändigt för en säker utrymning från entresolen, oavsett om personerna är vakna eller inte. Dock kommer även i detta fall sprinkler, som ovan nämnts, begränsa brand i 92 % av fallen och förlänga möjligheten till utrymning vid denna utformning. Detta medför att sannolikheten, $P_{ref\ entresol}$ att personer inte har möjlighet att utrymma är $1 \cdot (1-0,92) \cdot (1-0,7) = 0,02$ för den alternativa utformningen.

Utifrån ovanstående beräkningar kan kvoten beräknas till 0,24. Detta innebär att man med boendesprinkler förväntas få en lägre risk och bättre möjlighet att utrymma säkert i de fall då brand startar i ett entresolplan försett med boendesprinkler.

Scenario 3 – Brand i angränsande brandcell

I de fall brand antas starta i angränsande brandcell förutsätts konsekvenserna för utformningarna inte skilja sig något med hänsyn till att de förutsätts vara brandtekniskt avskilda i lägst brandteknisk klass EI 60. Att lokalerna är brandtekniskt avskilda medför att tillräcklig tid för utrymning erhålls i båda utformningarna. Att entresolplanet utförs större än det som anges i det allmänna rådet bedöms därmed inte innebära någon skillnad i risk för detta scenario.

5. Känslighetsanalys

En känslighetsanalys genomförs för att studera hur en förändring av indata påverkar riskreduktionen och utfallet i slutändan. Känslighetsanalysen kommer utföras med samma typ av utformning som

den aktuella lösningen angiven i ovanstående scenarier. I nedanstående scenarier kommer tillförlitligheten för boendesprinklern sänkas med 20 % och 35 % för att jämföra med sannolikheten enligt det statistiska underlaget.

Scenario 1 – Brand startar på entresolplanet

Nedan redovisas effekten av en reducering av tillförlitligheten för sprinkler med 20 % och 35 %.

Tabell 4. Förändring av sannolikhet för Scenario 1

Ändrad tillförlitlighet sprinkler	$P_{ref\ entresol}$	$P_{alt\ entresol}$	$\frac{P_{alt\ entresol}}{P_{ref\ entresol}}$
Tillförlitlighet sänks med 20 %	0,33	0,17	0,53
Tillförlitlighet sänks med 35 %	0,33	0,27	0,80

Scenario 2 – Brand startar på det undre planet

Nedan redovisas effekten av en reducering av tillförlitligheten för sprinkler med 20 % och 35 %.

Tabell 5. Förändring av riskreduktion för Scenario 2

Ändrad tillförlitlighet sprinkler	$P_{ref\ entresol}$	$P_{alt\ entresol}$	$\frac{P_{alt\ entresol}}{P_{ref\ entresol}}$
Tillförlitlighet sänks med 20 %	0,10	0,08	0,80
Tillförlitlighet sänks med 35 %	0,10	0,12	1,20

Summering av känslighetsanalys

Av denna känslighetsanalys framgår att de framräknade sannolikheterna inte har en stor känslighet mot tillförlitligheten av sprinklersystemet. Endast om systemet antas ha en 35 % sämre tillförlitlighet (0,6 istället för 0,92) så erhålls en kvot som överstiger 1 i ett av scenarierna. Om sprinklersystemet utförs och underhålls i enlighet med standard bedöms det finnas god marginal mellan den "kritiska tillförlitligheten" och den tillförlitlighet som systemet kan antas ha.

6. Slutsats

I enlighet med de kvalitativa bedömningar och beräkningar som utförts i denna analys så bedöms det möjligt att utföra entresolplan större än 25 m² och upp till cirka 50 m² utan tillgång till utrymning i samma plan med begränsning att det inte får vara större än 50 % av undre plan. Detta förutsätter att boendesprinkler installeras och att gångavstånd innehålls, i enlighet med denna analys.

REFERENSER

BSI (2003) PD 7974-7, Application of fire safety engineering principles to the design of buildings – Part 7: Probabilistic risk assessment, British Standards.

NFPA (2012) Addendum to U.S. Experience with Sprinklers – Impact of Home Sprinklers on Firefighter Injuries, National Fire Protection Association – Fire Analysis and Research Division, Quincy.

NFPA (2013) U.S. Experience with Sprinklers, National Fire Protection Association – Fire analysis and research division, Quincy.