

VFA 5.4: Utrymningsbredd

VFA 5.4: UTRYMNINGSBREDD	
Syfte:	Att vid dimensionering av lokaler för över 150 pers. möjliggöra byte av en (1) utrymningsväg av bredden 1,2 meter mot två (2) utrymningsvägar av bredden 0,8 meter placerade inom en meter från varandra, samt ledande till samma utrymme.
Indata:	Personflöden genom öppningar enligt BBRAD 3, försök från examensarbete vid LTH samt sammanställning av tidigare forskning.
Resultat:	Två utrymningsvägar á 0,8 meter breda inom en meter från varandra, samt ledande till samma utrymme ger lika bra eller bättre personflöde avseende utrymning som en dörröppning á 1,2 meter och ger motsvarande säkerhet som det allmänna rådet enligt BBR 25 kap. 5:334.

5:3 Möjlighet till utrymning vid brand

5:31 Allmänt

Byggnader ska utformas så att det ges möjlighet till tillfredsställande utrymning vid brand. (...)
(BFS 2011:26)

5:334 Utformning av utrymningsvägar

I lokaler för ett större antal personer ska åtgärder vidtas som innebär att hög persontäthet vid utgången och långa kötider undviks. (BFS 2011:26).

ALLMÄNT RÅD

Utrymningsvägar som betjänar fler än 150 personer bör ha en fri bredd på minst 1,20 meter. (...)
(BFS 2011:26).

1. Identifiering av verifieringsbehov och förutsättningar

I BBR 25 (Boverket, 2017) anges det i kap. 5:31 att byggnader ska utformas så att det ges möjlighet till tillfredsställande utrymning vid brand. Vidare specificeras detta för fallet där fler än 150 personer vistas i en lokal genom kap. 5:334 där det fastslås att åtgärder ska vidtas för att hög persontäthet och långa kötider vid utgången inte ska uppstå. Detta görs enligt det allmänna rådet till ovanstående kapitel genom att dörrar för utrymning bör ha en fri bredd på minst 1,20 meter.

I vissa fall kan det vara önskvärt att lösa utrym-

ningen genom en annan utformning än just en dörr om 1,20 meter som det allmänna rådet anger. En annan lösning, som ibland lämpar sig bättre utifrån en lokals specifika förutsättningar och utformning är att istället för en dörr á 1,20 meter använda sig av två dörröppningar á 0,8 meter mynnande i samma utrymme och placerade i närheten av varandra. Då detta är ett avsteg från de allmänna råden i BBR 25 ska det verifieras att lösningen resulterar i likvärdig eller högre skyddsnivå avseende utrymningssäkerhet.

I denna VFA verifieras detta byte baserat på tidigare utförda försök och resonemang kring personflöden och köbildning vid utrymningsväg.

Del av brandskyddet		Avvikelser från förenklad dimensionering	
		Avsteg	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 brandgas-spridning inom byggnad		
5:6	Skydd mot brandspridning mellan byggnader		
5:7	Möjligheter till räddningsinsats		
Avd. C, kap. 1.1.2 i EKS	Bärförmåga vid brand		

1.1 Referenslokal

Som referenslokal i denna analys används en samlingslokal med två utrymningsvägar av bredden 1,2 meter. Vidare antas det vid utrymningstillfället vistas 360 personer i lokalen och öppningen förutsätts vara känd för personerna i lokalen.

1.2 Aktuell lokal

Den lokal som analyseras avseende utrymnings säkerhet utgörs av en lokal med identiska förutsättningar som referenslokalen, med den skillnaden att en av utrymningsvägarna utgörs av två dörröppningar á 0,8 meter breda, placerade i närheten av varandra samt mynnande i samma utrymme.

Då förutsättningar förutom utrymningsvägens bredd är likvärdiga i de båda scenarierna förutsätts att varseblivningstid och förberedelsestid är de samma i de båda lokalerna. Det är således enbart förflyttningstiden som studeras.

1.3 Personflöden

I BBRAD 3 (Boverket, 2013) anges riktvärden för beräkning av personflöden genom dörröppningar vid utrymningsdimensionering. Dessa värden är beroende av huruvida den aktuella dörröppningen kan anses vara känd för de utrymmande personerna eller ej. De personflöden som anges är 1,1 pers./(s*m) över en känd öppning, samt 0,75 pers./(s*m) över en okänd öppning. Då personflödet är angivet som konstant, och alltså inte varierar med dörrbredd är förhållandet mellan olika dörrbredder samma oavsett om dörröppningen kan antas vara känd eller ej. En jämförelse för två dörröppningar á 0,8 meter och en dörröppning á 1,2 meter och utifrån angivna riktvärden enligt BBRAD 3 redovisas i nedanstående Tabell 1.

Tabell 1. Personflöden enligt BBRAD 3.

	Specifikt flöde [pers./s*m]	Två dörröppningar á 0,8 meter [pers./s]	Två dörröppningar á 0,9 meter [pers./s]	En dörröppning á 1,2 meter [pers./s]
Personflöde känd dörröppning	1,1	1,76	1,98	1,32
Personflöde okänd dörröppning	0,75	1,2	1,35	0,9

I ett examensarbete genomfört av Holgerson och Lindström vid Lunds Tekniska Högskola (2017) har förhållandet mellan personflöde och dörrbredd undersökts. Detta examensarbete grundar sig delvis på genomförda försök. I dessa försök har två grupper om ungefär 35 personer samt av åldrarna 18–30 deltagit i konstruerade utrym-

ningsscenarier. I scenario 2–3 enligt tabell nedan har öppningar med bredden 0,6 respektive 0,9 meter placerats med ett avstånd av en meter från varandra. Detta är det största inbördes avstånd mellan öppningar som undersökts i studien. I övriga försöksscenarioer har detta avstånd successivt minskats.

Tabell 2. Resultat från utrymningsförsök uppdelade på försöksgrupp 1 (övre) och försöksgrupp 2 (undre) (Holgersson & Lindström, 2017).

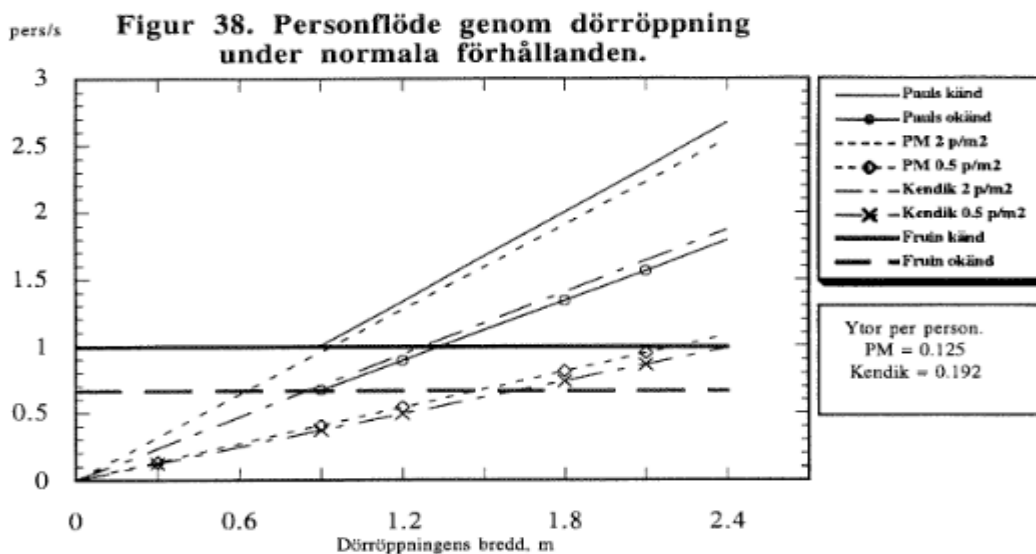
Scenario grupp 1	Antal repetitioner	Öppningsbredd [m]	Flöde [pers./s]	Specifikt flöde [pers./s*m]	Persontäthet [pers./m ²]
1	4	1 x 1,2	2,5	2,1	2,7
2	4	2 x 0,9	3,5	1,9	2,3
3	4	2 x 0,6	2,5	2,1	2,6
Scenario grupp 2					
1	4	1 x 1,2	2,2	1,8	2,8
2	4	2 x 0,9	3,4	1,9	2,6
3	4	2 x 0,6	2,3	1,9	2,4

Ur Tabell 2, resultat från studien ovan kan utläsas att två dörrar á 0,6 meter, placerade med ett inbördes avstånd om en meter ger ett ungefär likvärdigt personflöde som en dörröppning om 1,2 meter. Det kan även utläsas att två dörröppningar om 0,9 meter placerade med ett inbördes avstånd om en meter tenderar att resultera i ett personflöde om ungefär en person mer per sekund än övriga två scenarier.

Vidare kan det utifrån studien konstateras att det specifika personflödet (pers./s*m) håller sig relativt konstant oberoende av dörröppningarnas bredd. Detta indikerar att Boverkets antagande om konstant personflöde verkar rimligt enligt den uppställning som använts i studien. Det kan även konstateras att personflödena i de genomförda försöken är betydligt högre än rekommenderade flöden enligt BBRAD 3. Detta kan bero på att personer i utförda försök snabbt fått god lokalkännedom samt att de var av ung ålder och med god rörelseförmåga.

I Frantzichs rapport *Utrymningsvägars fysiska kapacitet. Sammanställning och utvärdering av*

kunskapsläget (Frantzich, 1993) har ett flertal tidigare studier av personflöden genom dörröppningar analyserats och sammanställts (se rapportens figur 38, här återskapad som Figur 1 nedan). Gemensamt för samtliga av de analyserade undersökningarna är att personflödet genom en dörröppning ses som mer eller mindre linjärt varierande med dörröppningens bredd. Som figuren nedan visar återfinns en viss spridning i resultat gällande personflöden mellan de olika studierna. I denna analys utgås det från personflöden enligt Kendiks försök vid persontäthet 2 pers./m². Dessa utgår dessutom från en initial persontäthet om 2 personer per kvadratmeter, vilket harmoniserar relativt väl med dimensionerande persontäthet för samlingslokaler enligt BBR 25. Utifrån detta kan man se att personflödet genom en öppning av bredden 0,8 meter är ungefär 0,7 pers./s och genom en öppning av bredden 1,2 meter är ungefär 1 pers./s.



Figur 1. Sammanställning av tidigare studier (Frantzich, 1993).

Denna data, och det faktum att personflödet kan ses som linjärt resulterar i att två dörröppningar av bredden 0,8 meter respektive resulterar i ett personflöde om ungefär 1,4 pers./s, att jämföra med flödet över en öppning om 1,2 meter som enligt ovanstående försök är ungefär 1 pers./s.

2. Analys

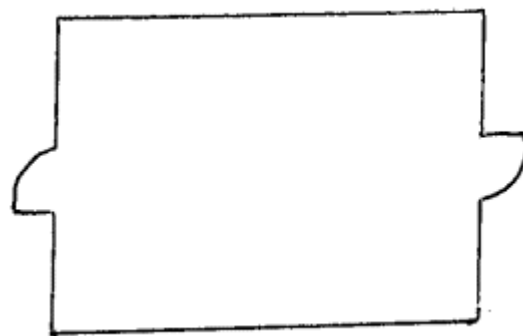
Baserat på ovan presenterade personflöden, enligt de olika studierna, kan den förväntade utrymningstiden för 360 personer beräknas med resultat enligt nedanstående tabell. Då försöken utförda av Holgersson och Lindström (2017) inte gjorts med dörröppningar av bredden 0,8 meter har värde för personflöde genom två sådana öppningar interpolerats fram utifrån befintliga data och antagande om linjärt förhållande. Antagandet om linjäritet motiveras genom att värdet för specifikt flöde enligt studien är relativt konstant för samtliga provade öppningsbredder.

Vidare genomförs analysen med utgångspunkt i två scenarier enligt nedan, ett grundscenario och ett scenario med begränsad möjlighet till utrymning.

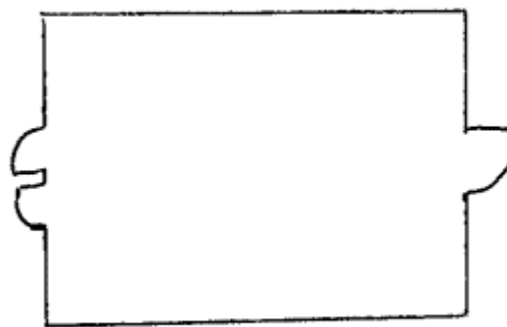
2.1 Scenario 1 - grundscenario

I grundscenariot studeras möjligheten till utrymning och förflyttningstiden i ett normalfall. Detta innebär att samtliga utrymningsvägar i detta fall

är tillgängliga för de utrymmande enligt Figur 2 & Figur 3 nedan.



Figur 2. Referenslokal - grundscenario.



Figur 3. Aktuell lokal - grundscenario.

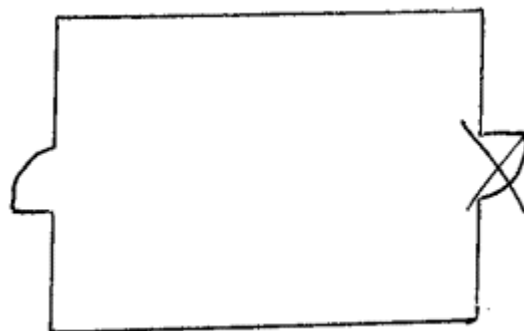
Tabell 3. Beräknade utrymningstider för referenslokal respektive aktuell lokal vid grundscenario. *interpolerat värde från försöksdata.

Flöden enligt BBRAD 3		
	Personflöde [pers./s]	Förflyttningstid [s]
Referenslokal	2,64	136
Aktuell lokal	3,08	117
Flöden enligt Holgersson & Lindström		
	Personflöde [pers./s]	Förflyttningstid [s]
Referenslokal	4,8	75
Aktuell lokal	5,5*	66
Flöden enligt Kendik		
	Personflöde [pers./s]	Förflyttningstid [s]
Referenslokal	2	180
Aktuell lokal	2,4	150

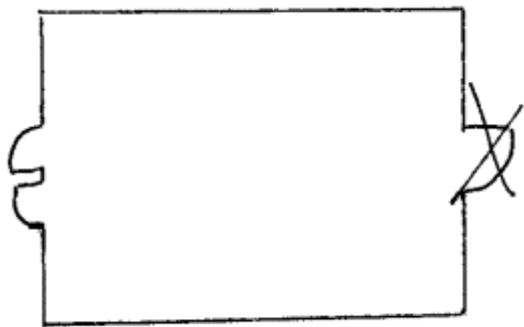
Utifrån dessa framtagna förflyttningstider kan det konstateras att två dörröppningar á 0,8 meter i samtliga fall tenderar att ge upphov till en kortare utrymningstid än en dörröppning á 1,2 meter.

2.2 Scenario 2 - blockerad utrymningsväg

I följande scenario förutsätts en brand ha uppstått på så vis att en av de tillgängliga utrymningsvägarna enligt Figur 4 & Figur 5 nedan är blockerad. Således finns endast en dörröppning á 1,2 meter tillgänglig i referenslokalen och två dörröppningar á 0,8 meter i den aktuella lokalen.



Figur 4. Referenslokal - blockerad utrymningsväg.



Figur 5. Aktuell lokal - blockerad utrymningsväg.

Tabell 4. Beräknade utrymningstider för referenslokal respektive aktuell lokal vid Scenario 2. *interpolerat värde från försöksdata.

Flöden enligt BBRAD 3		
	Personflöde [pers./s]	Förflyttningstid [s]
Referenslokal	1,32	273
Aktuell lokal	1,76	205
Flöden enligt Holgersson & Lindström		
	Personflöde [pers./s]	Förflyttningstid [s]
Referenslokal	2,4	150
Aktuell lokal	3,1*	116
Flöden enligt Kendik		
	Personflöde [pers./s]	Förflyttningstid [s]
Referenslokal	1	360
Aktuell lokal	1,4	257

Utifrån dessa framtagna utrymningstider kan det konstateras att två dörröppningar á 0,8 meter i samtliga fall tenderar att ge upphov till en kortare utrymningstid än en dörröppning á 1,2 meter.

3. Känslighetsanalys

För att undersöka analysresultatets robusthet utförs en känslighetsanalys. I denna studeras det specifika personflöde (pers./s*m) vid vilket två

dörröppningar á 0,8 meter motsvarar personflödet genom en dörröppning á 1,2 meter. Detta görs genom att likställa detta specifika personflöde, x, genom två dörröppningar av bredden 0,8 meter med det personflöde som en dörröppning á 1,2 meter ger upphov till. Princip för beräkning med exempel på värde enligt BBRAD 3 presenteras i ekvation nedan, och resultat presenteras därefter i Tabell 5.

$$x [\text{pers./s} * \text{m}] * (2 * 0,8) [\text{m}] = 1,1 [\text{pers./s} * \text{m}] * 1,2 [\text{m}]$$

Tabell 5. Beräknade specifika personflöden, X, vid vilka två dörröppningar á 0,8 ger likvärdigt personflöde som en dörröppning á 1,2.

	x [pers./m*s]	Specifikt personflöde för en dörröppning á 1,2 meter [pers./s*m]
BBRAD 3	0,83	1,1
Holgersson & Lindström	1,5	2
Kendik	0,63	0,83

Utifrån denna känslighetsanalys kan det konstateras att det specifika personflödet över två dörröppningar á 0,8 meter måste begränsas med ungefär 25 % för att motsvara personflödet gällande för en dörröppning á 1,2 meter.

Denna differens bedöms vara tillräckligt stor för att kunna hantera den eventuellt ökade risk för köbildning vid användandet av två smalare dörröppningar i jämförelse med en bredare.

4. Slutsats

Jämförelsen av utrymningstider mellan referenslokalen och den aktuella lokalen visar på att personflöden i en utrymningsväg med två dörröppningar á 0,8 meter placerade inom en meter från varandra är minst likvärdiga med en dörröppning á 1,2 meter i både grundscenariot och vid blockering av en utrymningsväg.

För grundscenariot, där samtliga utrymningsvägar är tillgängliga, gäller att förhållandet mellan utrymningstid för referenslokalen och den aktuella lokalen, samt utifrån respektive studie tyder på att användandet av två dörröppningar á 0,8 meter resulterar i ungefär 10–20 % kortare tider till dess att samtliga personer satt sig i säkerhet.

På samma sätt gäller för scenario 2, där en utrymningsväg är blockerad, att förhållandet mellan utrymningstid för referenslokalen och den aktuella lokalen, samt utifrån respektive studie tyder på att användandet av två dörröppningar á 0,8 meter resulterar i ungefär 20–30 % kortare tider till dess att samtliga personer satt sig i säkerhet.

För att ta hänsyn till det faktum att smalare dörröppningar potentiellt ökar risken för köbildning, och därmed ett reducerat personflöde är det rimligt att betrakta utrymningsvägsutformningarna 1 x 1,2 och 2 x 0,8 meter som likvärdiga.

I och med dessa slutsatser är lösningen enligt den aktuella lokalen att beakta som minst likvärdig en referenslokal utformad enligt de allmänna råden i BBR 25, kap. 5.334.

Inbördes avstånd mellan dessa dörröppningar har i denna analys utgått från maximalt en meter. Större avstånd än detta kan således ej verifieras och bör utredas utifrån varje specifikt falls unika förutsättningar.

REFERENSER

Boverket. (2013). *BBRAD – Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd (BFS 2013:12)*. Karlskrona: Boverket.

Boverket. (2017). *Boverkets Byggregler – föreskrifter och allmänna råd, BBR 25 (BFS 2017:5)*. Karlskrona: Boverket.

Frantzich, H. (1993). *Utrymningsvägars fysiska kapacitet. Sammanställning och utvärdering av kunskapsläget*. Lund: Brandteknik, Lunds Universitet.

Holgersson, E., & Lindström, E. (2017). *Olika utrymningsvägars påverkan på personflöde och riskbild*. Brandteknik. Lund: Brandteknik, Lunds Universitet.