

Analytisk dimensionering – Strålningsberäkningar

Fontana di Trevi, Karlstad - uteserveringar

2024-06-11

Dokumenttyp: Analytisk dimensionering – Strålningsberäkningar
Uppdragsnamn: Fontana di Trevi, Karlstad - uteservering

Uppdragsnummer: 509374
Datum: 2024-06-11

Uppdragsledare: Andreas Lindgren
Handläggare: Johan Nilsen
Tel: 054-770 78 09
E-post: johan.nilsen@bsl.se

Uppdragsgivare: Fontetrevi AB

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Revidering avser
2024-06-11	J. Nilsen	T. Hedlund	Första versionen

Innehållsförteckning

1.	INLEDNING OCH SYFTE	4
1.1	Byggnadsbeskrivning.....	4
1.2	Underlag.....	5
2.	IDENTIFIERING AV VERIFIERINGSBEHOV	5
2.1	Funktionskrav.....	5
2.2	Förenklad dimensionering	5
2.3	Analytisk dimensionering.....	6
3.	METOD	6
3.1	Dimensionerande förutsättningar	6
3.2	Acceptanskriterium	8
3.3	Beräkningsmodell.....	8
4.	STUDERADE SCENARIER	9
4.1	Scenario 1: Brandspridning mellan Druvan 1 och uteservering	9
4.2	Scenario 2: Brandspridning mellan uteserveringen och Druvan 1	10
4.3	Scenario 3: Brandspridning mellan uteserveringen och Druvan 1	11
5.	RESULTAT	12
6.	SLUTSATS.....	13
	REFERENSER.....	14
7.	BILAGA – BERÄKNINGSRESULTAT	15

1. Inledning och syfte

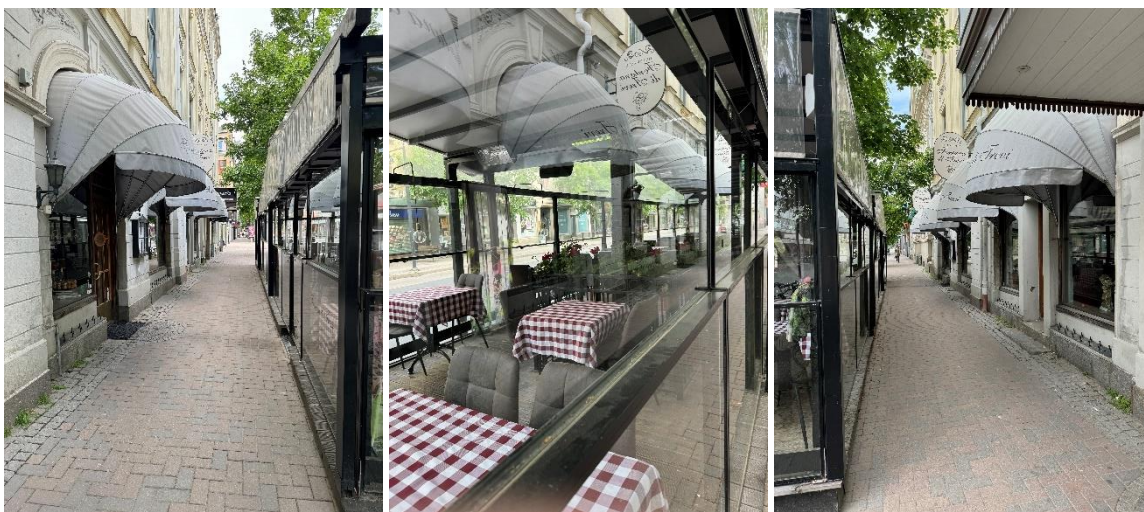
På Järnvägsgatan i Karlstad är en uteservering tillhörande Fontana di Trevi uppförd. Uteserveringen är befintlig men Stadsbyggnadsförvaltningen i Karlstad har nu ställt krav på bygglov varför denna handling upprättas. Enligt erhållna uppgifter från kommunen klassas uteserveringen som en byggnad enligt PBL.

Denna bilaga sammanfattar och verifierar de lösningar som avviker från allmänna råd i BBR avsnitt 5:61.

Syftet är att, genom kvantitativa beräkningar i enlighet med BBRAD 3 2.2.2, verifiera att valda lösningar uppfyller en nivå för tillfredställande brandskydd.

1.1 Byggnadsbeskrivning

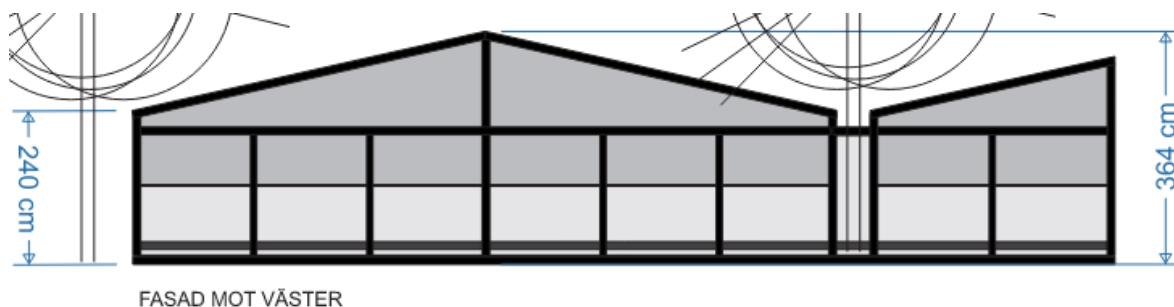
Uteserveringen är befintlig och tillhör Fontana di Trevi. Uteserveringen är uppbyggd med väggar i glas/genomskinlig plastduk och tak som utgörs av enkelt skikt takduk. I nedanstående figur redovisas aktuell uteservering.



Figur 1. Uteservering tillhörande Fontana di Trevi.

Avståndet mellan uteserveringen och närliggande befintlig större byggnad (Druvan 1) varierar mellan ungefär 2,7 och 2,8 meter. Observera att detta utgör avståndet mellan glaspartier i fasader. Fasadmaterial på Druvan 1 utgörs av obrännbart material. Druvan 1 har ett skärmtak vid ingången till trapphus på Järnvägsgatan 8 (med brännbart material på undersidan) samt att det är markiser från restaurangen som går ut från fasad, se Figur 1. Avståndet mellan uteserveringen och skärmtaket samt mellan uteserveringen och markiserna är ca 1 m som kortast.

Höjden på uteserveringen varierar mellan ungefär 2,4 och 3,6 m och längden på uteserveringen är drygt 15 m. Bredden på uteserveringen är 3,5 m. I nedanstående figur redovisas fasad mot väster på uteserveringen.



Figur 2. Fasader mot väster.

1.2 Underlag

Underlag för analys utgörs av ritningsunderlag tillhandahållet av beställare. Dessa redovisas i nedanstående tabell.

Tabell 1. Ritningsunderlag som utgör underlag till denna handling

Ritning	Daterad	Reviderad	Beskrivning	Upprättad av
	2020-03-16		Plan och fasader	Mondo Arkitekter

Underlag till analysen utgörs även av att platsbesök genomförts av Johan Nilsen på Brandskyddslaget samt av ritningsunderlag för Druvan 1 i form av inskannade ritningar översända av fastighetsägaren (Balder).

2. Identifiering av verifieringsbehov

2.1 Funktionskrav

Det funktionskrav i BBR 29 [1] som reglerar skydd mot brandspridning mellan byggnader och således även avstånd mellan byggnader fastslår följande:

5:61 Allmänt

Byggnader ska utformas med tillfredställande skydd mot brandspridning mellan byggnader. (BFS 2011:26).

Allmänt råd

Tillfredställande skydd erhålls om byggnader uppförs med ett avstånd som överstiger 8 meter. (...)

Syftet med funktionskravet är således att en brand inte ska sprida sig från en byggnad till en annan.

Avståndet mellan uteserveringen och närliggande större byggnad (Druvan 1) understiger det föreskrivna avståndet om minst 8 meter. Detta föranleder att risken för brandspridning mellan byggnader till följd av det minskade säkerhetsavståndet ska analyseras och vid behov minimeras genom säkerhetshöjande åtgärder.

2.2 Förenklad dimensionering

Tillfredställande skydd erhålls om funktionskravet enligt ovan uppfylls. Tillfredsställande skydd kan även uppnås om brandspridning mellan byggnader begränsas med ett skydd som motsvarar det högsta kravet för brandceller eller brandväggar i respektive byggnad.

Detta innebär att byggnadsdelar inom 8 meter från annan byggnad normalt ska skyddas med en brandcellsgräns eller brandvägg som motsvarar det högsta kravet i respektive byggnad. Se principer enligt förenklad dimensionering i nedanstående figur.



Figur 3. Princip för skydd mot brandspridning enligt förenklad dimensionering. T.v. skydd erhålls genom skyddsavstånd. T.h. skydd erhålls genom att byggnadsdelar inom 8 meter från annan byggnad utförs i brandteknisk klass motsvarande det högsta kravet i respektive byggnad.

2.3 Analytisk dimensionering

Alternativ lösning till ovanstående allmänna råd är genom utförande av en s.k. analytisk dimensionering. I enlighet med Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering, BBRAD 3 [2] ska avvikelser från de allmänna råden verifieras. Detta för att visa att den valda lösningen resulterar i ett lika bra eller bättre skydd mot brand och brandspridning mellan byggnader än den förenklade lösningen.

Den alternativa utformningen utgörs alltså av byggnadskropparna är placerade inom 8 meter från varandra (uteserveringen och Druvan 1). För att verifiera denna utformning har strålningsberäkningar utförts för att studera om infallande strålning understiger de gränsvärden som anges i BBRAD 3 [2].

Beräkningsmetoden och dimensionerande förutsättningar redovisas nedan.

3. Metod

Den utförda analysen grundar sig i beräkning av strålningsnivåer från möjliga bränder i någon av byggnaderna. Utvalda scenarion bedöms täcka in resterande scenarier som inte studeras i analysen, då valda scenarion utgör de "värsta fallen" avseende strålningsnivåerna för respektive byggnad. Bedömningen av vilka scenarion som utgör de "värsta fallen" har bland annat styrts av öppningarnas totala storlek per brandcell samt position och riktningsläge för strålande ytor.

Detta betyder med andra ord att om beräkningar av strålningsnivåer för utvalda scenarion resulterar i acceptabla förhållanden på motstående fasad kommer även de scenarion som inte studerats enligt aktuell utformning också att göra detta.

Beräkningsmetoden i övrigt och dimensionerande förutsättningar redovisas nedan.

3.1 Dimensionerande förutsättningar

I analysen har följande antaganden gjorts:

- Emissiviteten ε är satt till 1,0 vilket är ett konservativt antagande.
- Vid brand inom Druvan 1 antas strålningstemperaturen vara 831 °C. Enligt Stefan-Boltzmanns lag motsvara 831 °C en strålning på 84 kW/m². Detta värde motsvarar vad som är angivet för bostäder, kontor, samlingslokaler och öppna parkeringshus i BBRAD [2] och bedöms tillämplbart även för restaurangverksamhet som förekommer i aktuellt fall.

Storleken på den strålande ytan antas till densamma som arean på fönster och dörrar inom den påverkade brandcellen. Den strålande ytans läge antas vara placerad i fasadliv.

- Vid brand i uteservering bedöms strålningsnivåer enligt punkt ovan inte som representativ då det inte kommer kunna uppstå en regelrätt rumsbrand. Istället antas strålningstemperaturen vara 680 °C. Motivering av strålningstemperatur motiveras mer i nästa avsnitt.

- Storleken på den strålande ytan, vid brand i uteservering, antas till densamma som storleken på fasaden, vilket bedöms vara ett ytterst konservativt antagande. Sammantaget bedöms gjorda antaganden som rimliga (utomhusbrandkurvan tillämpas) och konservativa (storlek på strålande yta).
- I och med att en dimensionerande brand i uteserveringen kan betraktas som en utomhusbrand, se avsnitt 3.1.1, kommer det inte uppstå någon avgörande tryckuppbyggnad eller syrebegränsning vid en brand. Det kommer inte bli likt t.ex. en lägenhetsbrand där flammor sträcker sig mot fasaden p.g.a. att det är där syretillgången finns. Till följd av detta antas strålningsytan ("flamfronten") vara något indragen från fasaden. I beräkningarna antas att strålningsytan flyttas in en fjärdedel av byggnadens bredd. Vid en verklig fullt utvecklad brand som involverar en hel servering kommer rimligtvis flamcentrum hamna i centrum av uteserveringen och således bedöms det beräkningstekniska antagandet rimligt om inte konservativt.

Som en känslighetsanalys har även en mindre brand i uteserveringarna studerats (Scenario 3). I detta scenario har en mindre strålningsyta antagits men den strålande ytan har placerats i fasadlivet. Att placera den strålande ytan vid fasadlivet bedöms vara ett konservativt antagande sett till uteserveringens uppbyggnad.

3.1.1 Strålningstemperatur vid brand i uteserveringarna

BBRAD 3 anger dimensionerande utgående strålningsnivå för olika verksamheter (84 kW/m² eller 168 kW/m² beroende på verksamhet vilket motsvarar en strålningstemperatur om 831, °C respektive 1039 °C). I aktuellt fall bedöms inte dessa strålningsnivåer som representativa för aktuell uteservering då det inte kommer att uppstå en regelrätt rumsbrand i uteserveringen. Det bedöms finnas skäl till att utgå från den s.k. utomhusbrandkurvan och dess maximala brandtemperatur istället för de strålningsnivåer som redovisas i BBRAD, vilket då ger en utgående strålningstemperatur om 680 °C.

Den s.k. utomhusbrandkurvan är definierad i EN 1991-1-2 och används bland annat i EKS för att dimensionera bärförmågan vid brand hos byggnadsdelar som är placerade utomhus (t.ex. på balkonger, loftgångar eller liknande).

Jämfört med en vanlig byggnad är aktuell uteservering inte lika tät. Uteserveringen har väggar av glas, samt genomskinlig plast i ovankant, som delvis går att öppna. Väggarna är inte isolerade och är därutöver inte särskilt täta. Yttertaket är öppningsbart och utgörs en enkelduk vilken kommer att brinna av om brand uppstår och duken direktpåverkas av flammor. En enkelduk bedöms inte kunna motstå en brand särskilt länge och det kommer därmed inte kunna bli en fullständig rumsbrand. I aktuell uteservering finns ett träd inom serveringen och där detta bryter taket är det stora öppningar direkt mot det fria. Det ses som rimligt att anta att brand som uppstår inom serveringen mer motsvarar en friliggande brand som kan betraktas som utomhus än som en regelrätt rumsbrand.

Boverket har kommenterat dukmaterial med enkelt skikt i deras remiss inför kommande byggregler *Boverkets förslag till föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i händelse av brand i byggnader*, från 2023 [3]. I remissen anger Boverket följande motiveringar till varför ett lägre krav kan accepteras på ytskikt/taktäckning/ytterväggar för tältbyggnader med ett enkelt skikt dukmaterial och som endast innehåller verksamhetsklass 1 och 2A.

"Motivet för undantaget för tältbyggnader med ett enkelt skikt dukmaterial är att duken kan förväntas brinna genom vid brandpåverkan, vilket skapar avlastning i ett tidigt skede av brandförloppet och innebär att ytor har en begränsad inverkan på brandförloppet i tältbyggnader."

...

”Undantaget är begränsat till dukmaterial med enkelt skikt eftersom ett sådan förväntas brinna igenom i ett tidigt skede i brandförloppet och därmed bidra till att brandgaser ventileras ut ur byggnaden”.

Boverket gör således även motsvarande bedömning att dukmaterial med enkelt skikt kan förväntas brinna igenom i ett tidigt skede vid brandpåverkan.

Sett till detta bedöms den maximala brandtemperaturen utifrån utomhusbrandkurvan som motiverbar. Om duken inte skulle brinna av kommer det i det fallet inte röra sig om någon större brand och därmed inte heller någon större påfrestning med avseende på strålningsnivåer mot befintlig huvudbyggnad. En mindre brand av detta slag kommer inte vara dimensionerande men analyseras som en känslighetsanalys.

3.2 Acceptanskriterium

BBRAD anger en strålningsnivå på 15 kW/m² som maximal godtagbar exponering mot intilliggande byggnad, detta acceptanskriterium tillämpas generellt i denna verifiering.

3.3 Beräkningsmodell

Analysen har gjorts genom att kvantitativt bestämma den strålning som träffar den mottagande fasadytan. Strålningen beräknades med beräkningsprogrammet FireWind [4].

Teorin bygger på att strålningsytor strålar som en svartkropp mot en punkt P enligt följande teori.

Stefan-Boltzmanns lag

Det första ställningstagandet i beräkningsmodellen gäller emissiviteten hos det strålande föremålet. Enligt Stefan-Boltzmanns lag ges den totalastrålningsenergi som sänds ut från en kropp av:

$$d\dot{q} = \varepsilon \sigma T^4 [W/m^2] \quad \text{Ekvation 1}$$

Där ε är emissiviteten. Denna variabel beskriver med vilken effektivitet en yta strålar. Värdet varierar mellan 0,0 och 1,0. Där en perfekt strålkälla, en s.k. svartkropp har emissiviteten 1,0.

σ är Stefan-Boltzmanns konstant som är lika med $5,67 \cdot 10^{-8} [W/(m^2 K^4)]$.

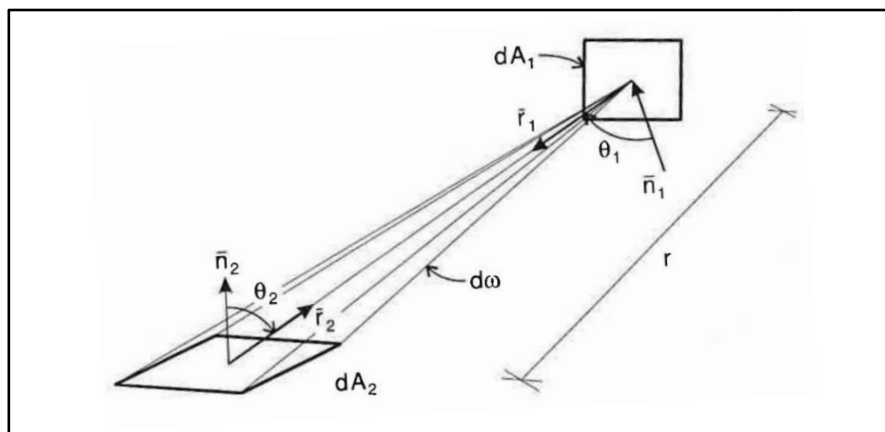
T är temperaturen på den strålande ytan angiven i Kelvin.

Synfaktorer

Nästa ställningstagande gäller geometrin. För att bestämma den energi som tas emot av en yta på ett avstånd ifrån strålkällan krävs kunskap om de geometriska förhållandena mellan de två strålkällorna och den mottagande ytan. Avståndet är förstas en kritisk faktor eftersom strålningsintensiteten avtar med kvadraten på avståndet. Slutligen är den inbördes orienteringen av de två ytorna förhållande till en tänkt linje dem emellan viktig. Dessa geometriska förhållanden sammanfattas enkelt med hjälp av synfaktorn φ på så sätt att den mottagna strålningen ges av:

$$d\dot{q}_{1,net} = \varphi \varepsilon \sigma T^4 [W/m^2] \quad \text{Ekvation 2}$$

I Figur 4 visas hur synfaktorerna bestäms. En yta dA_1 strålar med den totala strålningsenergin enligt ekvation 1. Strålningsintensiteten tas emot av en annan yta dA_2 .



Figur 4. Beräkning av synfaktorer [5]

Med hjälp av figuren kan strålningsintensiteten från dA_1 som tas emot av dA_2 erhållas ur:

$$d\dot{q}_{1 \rightarrow 2} = I_1 \frac{\cos\theta_1 \cos\theta_2}{r^2} dA_1 dA_2 \text{ [kW/m}^2\text{]} \quad \text{Ekvation 3}$$

Slutligen leder teorierna fram till ekvationen som används av beräkningsprogrammet FireWind [4] för att ta fram den mottagande strålningen:

$$d\dot{q}_{1,net} = \sigma T^4 \frac{\cos\theta_1 \cos\theta_2}{\pi r^2} dA_1 dA_2 \text{ [kW/m}^2\text{]} \quad \text{Ekvation 4}$$

4. Studerade scenarier

I detta avsnitt redovisas studerade scenarier i form av byggnaders/byggnadsdelars position i förhållande till varandra samt placering och utformning av strålningskällor.

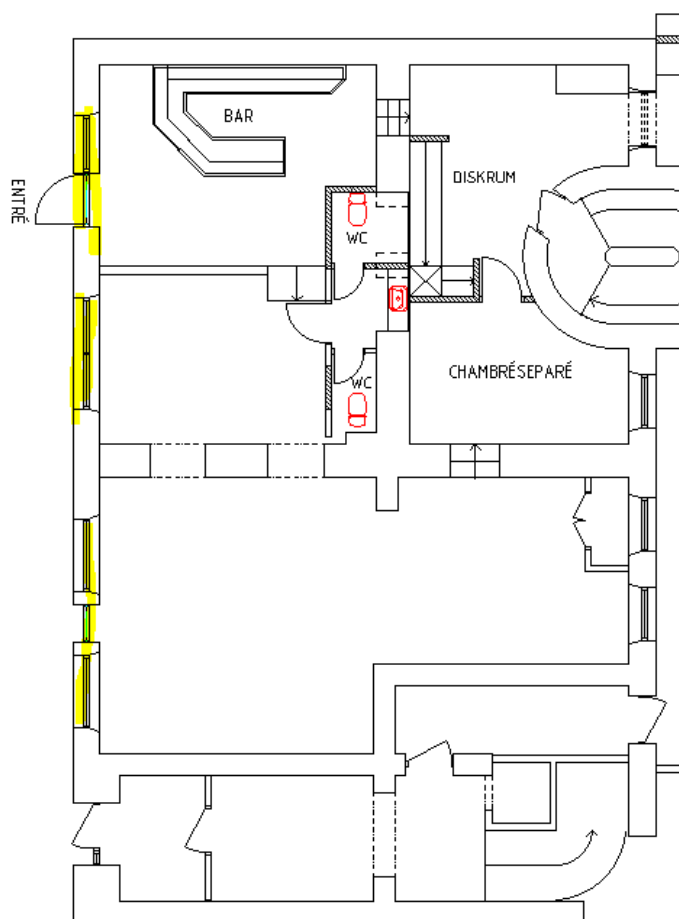
Följande scenarier är konservativt utvalda och bedöms täcka in även övriga brandspridningsscenarier mellan byggnader som berörs av denna handling.

- Scenario 1: Brandspridning mellan Druvan 1 och uteservering (brand inom Druvan 1)
- Scenario 2: Brandspridning mellan uteservering och Druvan 1 (större brand i uteservering)
- Scenario 3: Brandspridning mellan uteservering och Druvan 1 (mindre brand i uteservering)

Utformningen av dessa studerade scenarier beskrivs närmare i nedanstående avsnitt.

4.1 Scenario 1: Brandspridning mellan Druvan 1 och uteservering

I detta scenario studeras vilka strålningsnivåer som uteserveringen kan utsättas för vid en brand i restaurang tillhörande Fontana di Trevi. För aktuellt scenario har det kortaste avståndet mellan glaspartier på Druvan 1 och uteserveringen tillämpats (2,7 m). Restaurangens utformning samt öppningar vid brand kan förväntas avge strålning redovisas i Figur 5.



Figur 5. Stående ytor (gulmarkerat) vid brand inom restaurang tillhörande Fontana di Trevi.

För att förenkla beräkning studeras initialt endast strålning från det största glaspartiet i restaurangens yttervägg, vilket är det andra ovanifrån i Figur 5. Detta glasparti har cirka måtten 2,3 x 2,65 m (b x h), gaspartiet är dock välvt i ovankant varför en genomsnittshöjd om 2,6 m används i beräkning. Om acceptanskriterium överskrids vid denna inledande beräkning finns inget behov av att göra en mer noggrann beräkning inkluderande alla öppningar.

Det är tillräckligt att studera brand inom restaurangen tillhörande Fontana di Trevi, brand inom angränsande trapphus på Järnvägsgatan 8 behöver inte studeras. Brand inom restaurangen kommer vara dimensionerande pga högre brandbelastning och större öppningar, ytterdörr mot trapphus på Järnvägsgatan 8 utgörs dessutom av en trådglasförstärkt dörr vilket innebär att dörr har ett visst brandmotstånd inbyggt. Förutom restaurangen tillhörande Fontana di Trevi samt nämnt trapphus vetter inga andra öppningar på Druvan 1 direkt mot uteserveringen.

4.2 Scenario 2: Brandspridning mellan uteserveringen och Druvan 1

I detta scenario studeras vilka strålningsnivåer som Druvan 1 kan utsättas för vid en större brand i uteserveringen.

Bredden av den strålande ytan har antagits till hela uteserveringens bredd om 15,35 m. Höjden på den strålande ytan har antagits till medelhöjden av uteserveringen, som uppgår till ca 2,85 m. Antagandet är konservativt med i linje med normal praxis sett till oklassade öppningar.

Positionen av den strålandeytan har i enlighet med avsnitt 3.1 flyttats in en fjärdedel av byggnadens bredd, vilket tillsammans med det minsta avståndet mellan uteserveringarna (2,7 m) resulterar i ett avstånd på ca 3,6 m mellan flamman och fasad på Druvan 1.

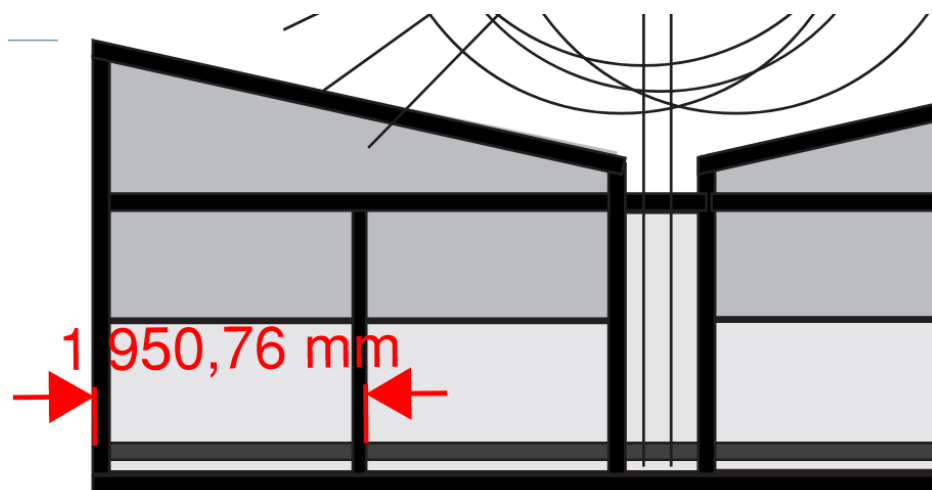
Den infallande strålningen har beräknats mot fasad mot Druvan 1 (benämns scenario 2a) samt mot det befintliga skärmtaket (benämns scenarion 2b), som är uppbyggt med brännbart material, över ingången till trapphuset på Järnvägsgatan 8.

4.3 Scenario 3: Brandspridning mellan uteserveringen och Druvan 1

I detta scenario studeras vilka strålningsnivåer som Druvan 1 kan utsättas för vid en mindre brand i uteserveringen. Scenariot utgör en känslighetsanalys för att se brandpåverkan från en tänkbar mindre brand som utvecklats vid fasadlivet. Positionen av den strålande ytan har antagits vara placerad vid fasadlivet på ett avstånd om 2,7 m från den mottagande ytan, d.v.s. det kortaste avståndet mellan uteserveringen och fasad på Druvan 1.

Bredden på den strålande ytan har antagits till 2 m, vilket bedöms rimligt sett till en mindre brand omfattande en grupp med bord och stolar. Bredden motsvarar ungefär bredden på ett "fack" i uteserveringen, se Figur 6. Höjden på den strålande ytan har antagits till medelhöjden på uteserveringar (2,85 m).

Den infallande strålningen har beräknats mot fasad mot Druvan 1 (benämns scenario 3a) samt mot det befintliga skärmtaket (benämns scenarion 3b), som är uppbyggt med brännbart material, över ingången till trapphuset på Järnvägsgatan 8.



Figur 6. Antagen bredd på en mindre brand som studeras i scenario 3.

5. Resultat

I nedanstående tabell redovisas en sammanställning av den maximala infallande strålningen för samtliga scenarier.

Tabell 2. Sammanställning av beräkningsresultat för respektive scenario. Rödmarkerade värden uppfyller inte acceptanskriteriet enligt BBRAD medan grönmarkerade markeringar uppfyller acceptanskriteriet enligt BBRAD.

Scenario	Maximal infallande strålning
Scenario 1: Brandspridning mellan Druvan 1 & uteserveringen	17,5 kW/m ² *
Scenario 2a: Brandspridning mellan uteservering och fasad Druvan 1	16,6 kW/m ² **
Scenario 2b: Brandspridning mellan uteservering och skärmtak Druvan 1	27,9 kW/m ²
Scenario 3a: Brandspridning mellan Druvan 1 & uteserveringen	9.1 kW/m ² **
Scenario 3b: Brandspridning mellan uteservering och skärmtak Druvan 1	17,5 kW/m ²

* Observera att resultat bygger på strålning från endast ett glasparti enligt beskrivet i avsnitt 4.1 vilket är en förenkling. Strålningen mot uteserveringen kommer vara större om samtliga öppningar inkluderas i beräkning och antas avge strålning. Studerat scenario täcker dock upp det fallet varför ingen kompletterande beräkning behövs sett till scenario 1.

** Strålning mäts mot glaspartier på Druvan 1 och inte mot utstickande markiser.

Resultatet från Scenario 1 visar att den beräknade infallande strålningen mot uteserveringen överstiger acceptanskriteriet enligt BBRAD på maximalt 15 kW/m², acceptanskriteriet är således inte uppfyllt och funktionskravet enligt BBR 5:61 kan således inte anses vara uppfyllt. Brandskyddslaget kan således inte godkänna aktuell utformning utan det är något som endast Byggnadsnämnden kan acceptera då uteserveringens placering innebär avvikelse mot föreskrift. Brandskyddslaget gör dock bedömningen att i ett sådant här fall att det är rimligt att se till byggnadernas skyddsvärde och att en lägre skyddsnivå är rimlig att acceptera för uteserveringen. För att göra på ett sådant sätt, dvs. placera uteserveringen så att acceptanskriterium inte uppfylls för uteserveringarna vid brand i Druvan 1, krävs emellertid ett medgivande från byggnadsnämnden avseende ett mindre avsteg från föreskrift i enlighet med BBR 1:21. **Brandskyddslaget har upprättat en separat PM kring detta som underlag till bedömning för Byggnadsnämnden.**

För Scenario 2a kan det utläsas i Tabell 2 att den beräknade infallande strålningen mot Druvan 1 uppgår till maximalt 16,6 kW/m² vid brand i uteserveringen. Infallande strålning mot skärmtaket, (scenario 2b) uppgår till 27,9 kW/m². I båda dessa fall överskrider således acceptanskriteriet enligt BBRAD på maximalt 15 kW/m² och funktionskravet enligt BBR 5:61 kan därmed inte anses vara uppfyllt.

För den mindre branden som är studerad i scenario 3 uppfylls acceptanskriteriet vid beräkning av strålning mot fasad på Druvan 1 (scenario 3a, 9,1 kW/m) men inte mot skärmtaket (scenario 3b, 17,5 kW/m).

Precis som för Scenario 1 kan Brandskyddslaget, för scenario 2 och 3, inte godkänna aktuell utformning utan det är något som endast Byggnadsnämnden kan godkänna utifrån BBR 1:21. **Tidigare nämnt PM gällande Scenario 1 omfattar även dessa fall och utgör ett underlag till bedömning för Byggnadsnämnden.**

6. Slutsats

Beräkningarna visar att både Druvan 1 och uteservering riskerar att utsättas för en strålningsnivå högre än 15 kW/m² vid brand i motstående lokal. Det enda av de studerade scenarierna som medför att acceptanskriteriet uppfylls är scenario 3a, mindre brand i uteservering och strålning mot fasad på Druvan 1. Noterbart är att strålning i detta fall dock mätts mot fasad och inte mot utstickande markiser.

För majoriteten av de studerade scenarierna är acceptanskriteriet inte uppfyllt och funktionskravet enligt BBR 5:61 kan således inte anses vara uppfyllt. Brandskyddslaget kan således inte godkänna aktuell utformning utan det är något som endast Byggnadsnämnden kan acceptera då uteserveringens placering innebär avvikelse mot föreskrift. **Brandskyddslaget har upprättat en separat PM kring detta som underlag till bedömning för Byggnadsnämnden.**

Resultatet från denna analytiska dimensionering bygger på att storleken och placeringen på byggnaderna/lokalerna ska vara enligt förutsättningarna i denna handling. En förändring som innebär att antalet, storleken eller placeringen på öppningar i brandcellerna förändras, innebär att beräkningarna måste revideras och slutsatserna ses över. Om verksamheten förändras och övergår till en verksamhet med större brandbelastning, alternativt om konstruktionen på uteserveringens tak ändras, ska beräkningarna revideras och slutsatserna ses över.

Referenser

- [1] Boverket, *BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2020:4 (BBR 29)*, Karlskrona: Boverket, 2020.
- [2] Boverket, *BBRAD 3, Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd*, Karlskrona: Boverket, 2013.
- [3] Boverket, "Boverkets förslag till föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i händelse av brand i byggnader," Boverket, Karlskrona, 2023.
- [4] Fire Modelling & Computing, *FireWind, version 3.6*, Wahroonga, 2003.
- [5] B. Karlsson och J. G. Quintiere, *Enclosure Fire Dynamics*, Florida: CRC Press , 1999.

7. Bilaga – Beräkningsresultat

Nedan redovisas beräkningsresultat för scenario 1; infallande strålning mot uteservering.

Program Radiation

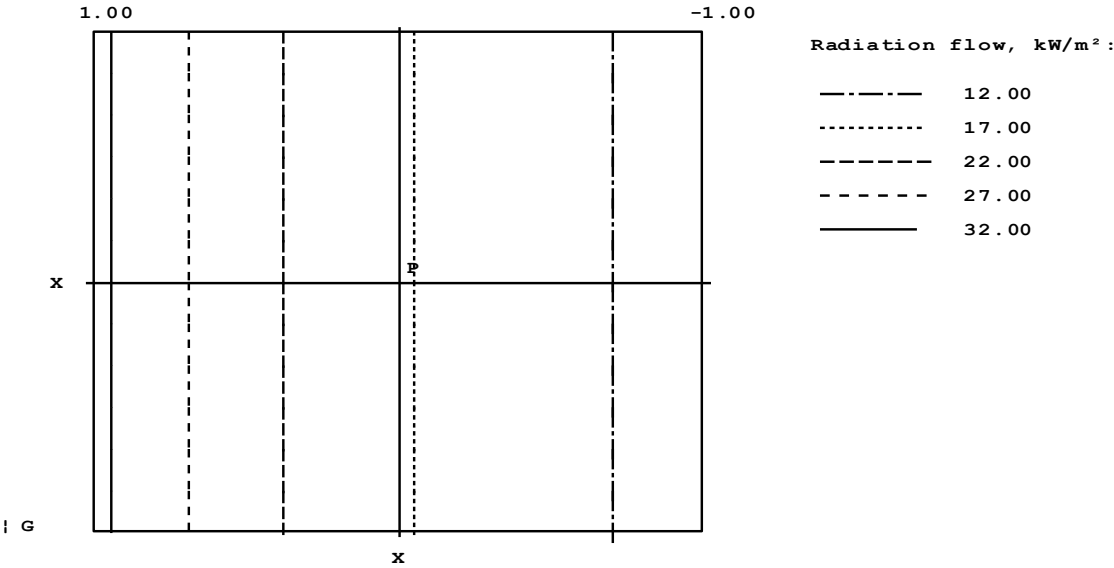
(All dimensions are in meters)

X-sources:

Radiation temperature 830°°

Distance	Offset		Size of source		Opening
X	Yx	Zx	Y	Z	%
2.7	0	0	2.3	2.65	100

RADIATION MAP ZX



Nodal radiation data, kW/m²:

x \ x	1.00	0.50	0.00	-0.50	-1.00
-1.00	33.27	23.75	17.48	13.27	10.36
-0.50	33.27	23.75	17.48	13.27	10.36
0.00	33.27	23.75	17.48	13.27	10.36
0.50	33.27	23.75	17.48	13.27	10.36
1.00	33.27	23.75	17.48	13.27	10.36

Orientation of maximum radiation flow

at point P(0,0,0): $\theta = 90.0^\circ$, $\varphi = 0.0^\circ$

Nedan redovisas beräkningsresultat för Scenario 2a; infallande strålning mot fasad på Druvan 1.

Program Radiation

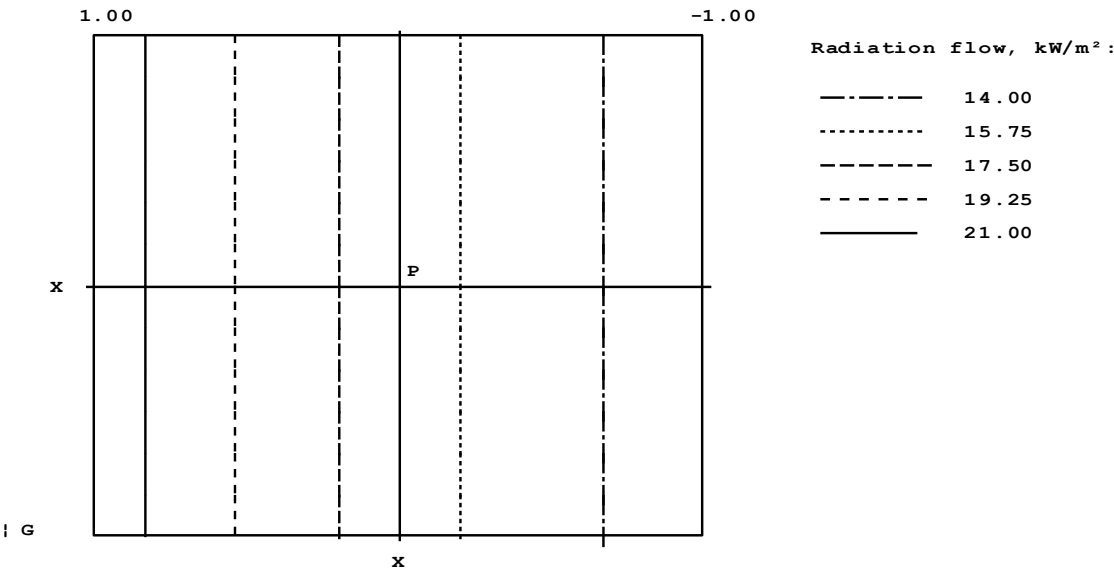
(All dimensions are in meters)

X-sources:

Radiation temperature 680°°

Distance		Offset		Size of source		Opening
X		Yx	Zx	Y	Z	%
3.6		0	0	15.35	2.85	100

RADIATION MAP ZX



Nodal radiation data, kW/m²:

x \ z	1.00	0.50	0.00	-0.50	-1.00
-1.00	22.12	19.05	16.59	14.59	12.94
-0.50	22.12	19.05	16.59	14.59	12.94
0.00	22.12	19.05	16.59	14.59	12.94
0.50	22.12	19.05	16.59	14.59	12.94
1.00	22.12	19.05	16.59	14.59	12.94

Orientation of maximum radiation flow

at point P(0,0,0): $\theta = 90.0^\circ$, $\phi = 0.0^\circ$

Nedan redovisas beräkningsresultat för Scenario 2b; infallande strålning mot skärmtaket.

Program Radiation

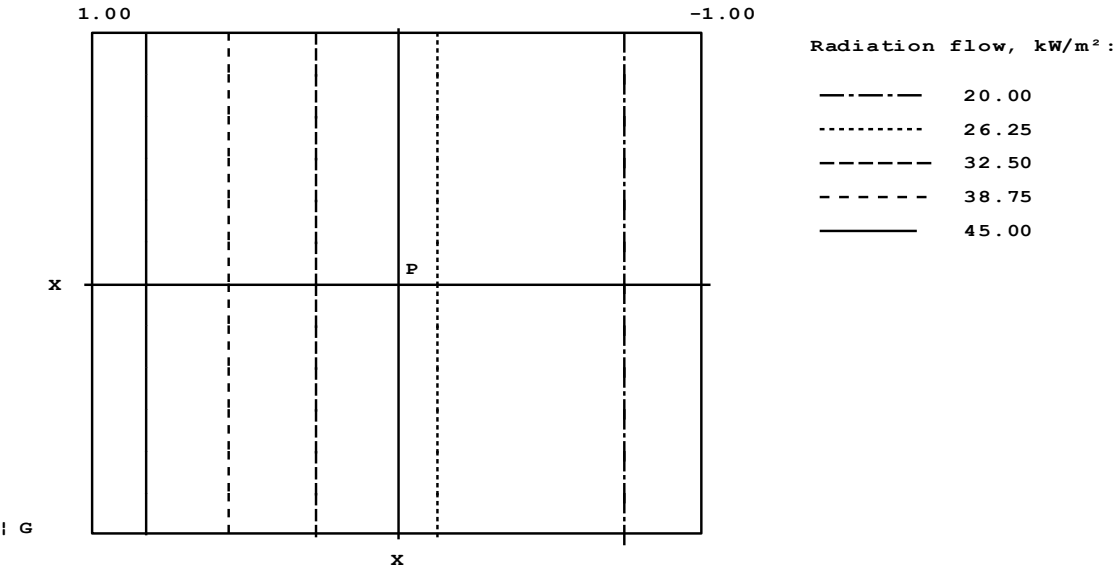
(All dimensions are in meters)

X-sources:

Radiation temperature 680°°

Distance	Offset		Size of source		Opening
X	Yx	Zx	Y	Z	%
1	7	1	15.35	2.85	100

RADIATION MAP ZX



Nodal radiation data, kW/m²:

X \ Z	1.00	0.50	0.00	-0.50	-1.00
-1.00	46.79	37.39	27.93	22.03	18.05
-0.50	46.79	37.39	27.93	22.03	18.05
0.00	46.79	37.39	27.93	22.03	18.05
0.50	46.79	37.39	27.93	22.03	18.05
1.00	46.79	37.39	27.93	22.03	18.05

Orientation of maximum radiation flow

at point P(0,0,0): $\theta = 70.3^\circ$, $\phi = 19.6^\circ$

Nedan redovisas beräkningsresultat för Scenario 3a; infallande strålning mot fasad på Druvan 1.

Program Radiation

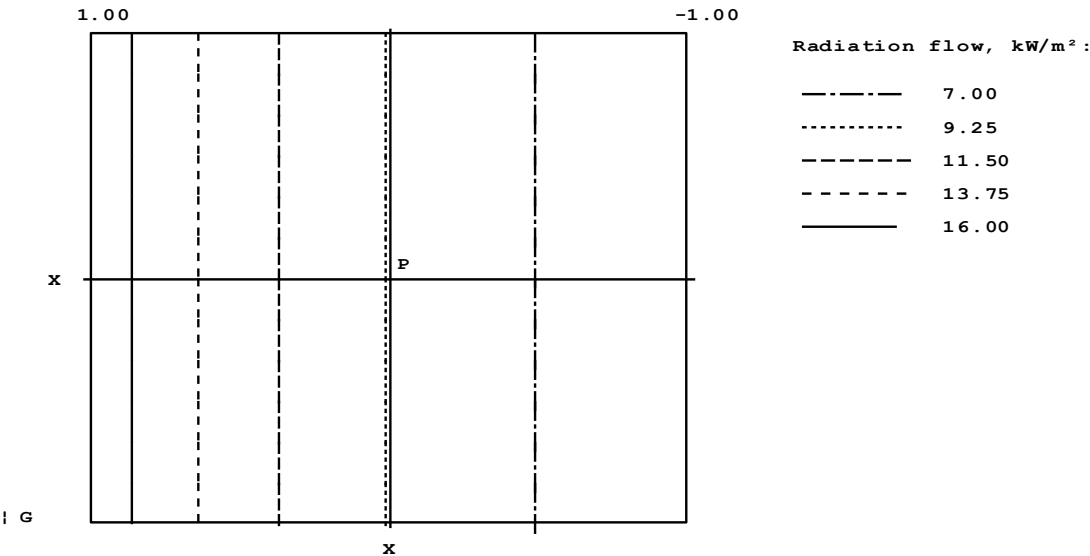
(All dimensions are in meters)

X-sources:

Radiation temperature 680°°

Distance	Offset		Size of source		Opening
X	Yx	Zx	Y	Z	%
2.7	0	0	2	2.85	100

RADIATION MAP ZX



Nodal radiation data, kW/m²:

x \ x	1.00	0.50	0.00	-0.50	-1.00
-1.00	17.55	12.47	9.155	6.940	5.411
-0.50	17.55	12.47	9.155	6.940	5.411
0.00	17.55	12.47	9.155	6.940	5.411
0.50	17.55	12.47	9.155	6.940	5.411
1.00	17.55	12.47	9.155	6.940	5.411

Orientation of maximum radiation flow

at point P(0,0,0): $\theta = 90.0^\circ$, $\varphi = 0.0^\circ$

Nedan redovisas beräkningsresultat för Scenario 3b; infallande strålning mot skärmtaket.

Program Radiation

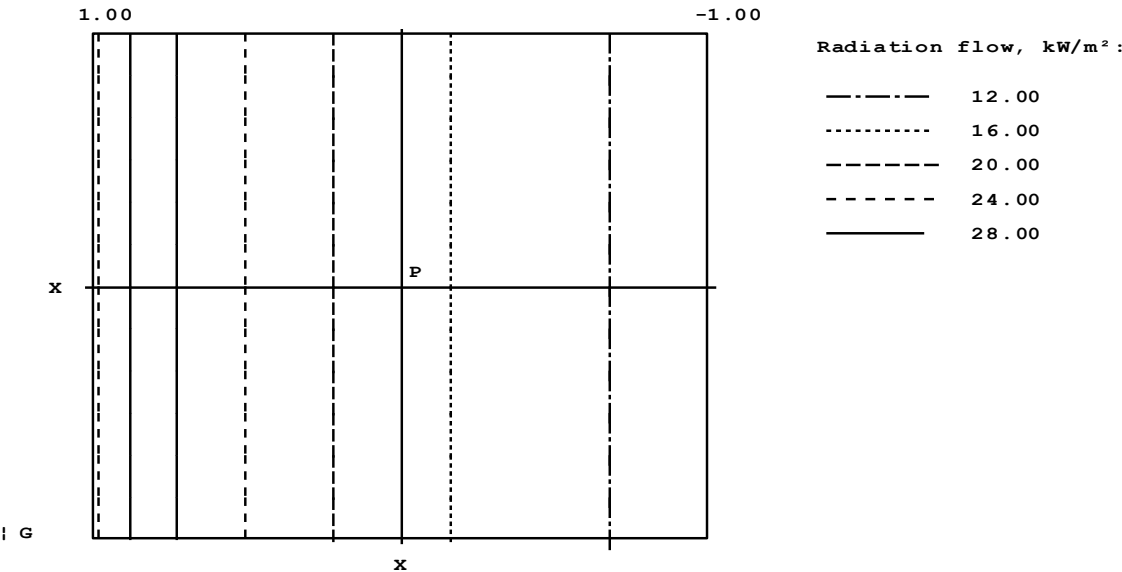
(All dimensions are in meters)

X-sources:

Radiation temperature 680°°

Distance		Offset		Size of source		Opening
X	Yx	Zx	Y	Z		%
1	1	1	2	2.85		100

RADIATION MAP ZX



Nodal radiation data, kW/m²:

x \ x	1.00	0.50	0.00	-0.50	-1.00
-1.00	23.39	23.88	17.53	13.20	10.11
-0.50	23.39	23.88	17.53	13.20	10.11
0.00	23.39	23.88	17.53	13.20	10.11
0.50	23.39	23.88	17.53	13.20	10.11
1.00	23.39	23.88	17.53	13.20	10.11

Orientation of maximum radiation flow

at point P(0,0,0): $\theta = 71.7^\circ$, $\varphi = 30.3^\circ$