



Branntekniske premisser – Solvarmeanlegg AdO

Forfatter
Frode Kirkeli
Telefon / Mobil
92053178
E-post
Frode.kirkeli@afry.com

Dato
13/03/2024
Prosjektnummer
24474
Kunde
Bergen Kommune, EFU

Revisjonsoversikt

Ver.	Omhandler	Kontroll	Sign	Godkjenning	Sign
-	Utgitt til tverrfaglig kontroll	21.09.2023	JIH	21.09.2023	FKi
1	Utgitt til IG, etter risikovurdering	14.03.2024	JIH	14.03.2024	FKi

Vedlegg

Dokumentnavn	Dokumentbeskrivelse
Veiledning: Tilrettelegging for innsats for rednings- og slökkemannskaper	Bergen Brannvesen sin veileder (2019)
Brannstrategi for Helleren (2009)	Norsk Brannvernforening.

Innhold

1	Generelt.....	3
1.1	Informasjon om byggesaken.....	3
2	Branntekniske forutsetninger og begrensninger.....	4
3	Beskrivelse av branntekniske ytelser.....	5
3.1	Passive brannsikringstiltak	5
3.2	Tekniske installasjoner.....	6
3.3	Aktive brannsikringstiltak	8
3.4	Rømning og redning	8
3.5	Tilrettelegging for rednings- og slökkemannskap.....	8
4	Risikovurdering av solvarmeanlegget	10
4.1	Bakgrunn	10
4.2	Krav til sikkerhetsnivå	10
4.3	Metode / fremgangsmåte	11
4.4	Brannscenarier.....	11
4.5	§ 11-1 Sikkerhet for brannmannskaper.....	12
4.5.1	Risikovurdering.....	12
4.6	§ 11-9 Materialer og produkters egenskaper ved brann.....	13
4.7	§ 11-10 Tekniske installasjoner.....	13
4.7.1	Risikovurdering.....	14

1 Generelt

AFRY Norway AS er engasjert av Bergen Kommune, ved Etat for utbygging (EFU) for å fastsette brannkrav til et solvarmeanlegg på AdO Arena i Bergen kommune. Solvarmeanlegget skal bestå av solceller og solfangere på det eksisterende taket.

AdO Arena er et eksisterende bygg, oppført iht. TEK97. Ved endringer og byggesaker i eksisterende bygg gjøres PBL § 31-2 gjeldende. Dette medfører at det bare stilles materielle krav iht. TEK17 til de installasjoner, konstruksjoner og leveranser som inngår i tiltaket. Dvs. til solvarmeinstallasjonene på tak og de føringsveiene som berøres av tiltaket. Iht. Bergen Kommune ble det ved oppføring av bygget lagt kabler for solcelleanlegget, og at opprinnelig plan var å etablere solvarmeanlegget samtidig som resten av bygget. AFRY vurderer på bakgrunn av dette at solvarmeanlegg på tak ikke strider med forutsetningene for byggets ferdigattest.

Bygget har et sørvestvendt skrått tak med en innvendig tilkomst og hvor det er planlagt tekniske føringer gjennom loftsrommet over svømmehallen, i hulrom gjennom kontormesjaninen og ned til kulvert / plenumskammer i kjeller.

Denne rapporten angir overordnede branntekniske krav, forutsetninger og minimumsytelser til konstruksjoner, bygningsdeler og installasjoner for at funksjonskravene i Teknisk Forskrift 2017 (TEK17) til Plan- og bygningsloven av 25. juni 2010 nr. 48 med endringer (PBL) skal tilfredsstilles.

Det er ikke mottatt tilleggskrav fra Byggherren, utover minimumskravene i TEK17.

1.1 Informasjon om byggesaken

Prosjektets navn	Solvarmeanlegg AdO
Tiltakshaver	Bergen Kommune v/ Etat for Utbygging (EFU)
Adresse	Lungegårdskaien 40, 5015 Bergen
Gårds- og bruksnummer	166/1781
Til søknad om	IG
Ansvarlig søker	Advansia
Ansvarlig for brannteknisk prosjektering	AFRY Norway AS
Tiltaksklasse, brannkonsept	2
Nivå for dokumentasjon av brannsikkerhet	Nivå A – Overordnet prosjektering iht. Byggforskblad 321.026
Særskilt brannobjekt	Ja
Beskrivelse av tiltak	Tiltaket gjelder solvarmeanlegg på tak, og tiltaket begrenses til solceller + solvarme-paneler, med føringsveier for tilhørende utstyr, kabling og rør. Følgende kapitler i TEK er relevant for brannsikring av tiltaket: <ul style="list-style-type: none"> ○ § 11-1 Sikkerhet ved brann ○ § 11-4 Bæreevne og stabilitet ○ § 11-8 Brannceller ○ § 11-9 Materialer og produkters egenskaper ved brann ○ § 11-10 Tekniske installasjoner ○ § 11-17 Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap
Uavhengig kontroll av brannprosjektering	krav iht SAK10 pga tiltaksklasse 2

2 Branntekniske forutsetninger og begrensninger

TEK § 11-2,3	Ansvar: Alle
--------------	--------------

	Løsning og ytelseskrav
Virksomhet	Videregående skole (VGS) og offentlig svømmehall
Personbelastning	0 / sporadisk (i tiltaksområdet)
Etasjeantall	8
Areal	Ca. 10 000 m ² (tak)
Byggets høyde	> 9 m
Avstander til nabobygg	> 8 m (målt fra taket)
Risikoklasse	2 (tiltaksområdet) Risikoklasse er bestemt på bakgrunn av preaksepterte ytelser.
Brannklasse	3 Bygget har 8 tellende etasjer og er ikke vurdert i kategori «særlig stor» konsekvens.
Brannenergi	I.R. for tiltaksområdet
Spesiell risiko	Det er ikke opplyst om spesielle lagringsforhold eller annen spesiell risiko i forbindelse med tiltaket.
Fravik	For dette prosjektet benyttes det kun preaksepterte løsninger.
Krav til produkter	Det skal benyttes dokumenterte produkter og løsninger iht. Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK), Produktkontrollloven, samt TEK § 2-4 og § 3-1.
Krav til detaljprosjekterende	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ansvarsfordeling reguleres av RIFs veileder for arkitekter og tekniske rådgivere: "Rådgivende ingeniør brannteknikk. Ytelser fra rådgiver" fra 2020. ○ Detaljprosjekterende skal ha et kvalitetssystem og kontrollplaner som er tilpasset oppgaven / det som skal beskrives. ○ Brannkonseptet forutsetter at produkter, materialer, konstruksjoner og installasjoner anvendes innenfor sin montasjeanvisning, tekniske godkjenning, ytelseserklæring og annen produktdokumentasjon.
Krav til utførende	<ul style="list-style-type: none"> ○ Utførende skal ha kvalitetssystem og kontrollplaner som er tilpasset oppgaven / montasjen. ○ Brannkonseptet forutsetter at montasjeanvisning for alle produkter, konstruksjoner og installasjoner gjennomgås før utførelse, og etterleves. Utførelsen må ikke være i strid med teknisk godkjenning, ytelseserklæring eller annen produktdokumentasjon. Utførelsen er underlagt krav i Byggherreforskriften, som ikke er gjengitt i dette notatet.
Krav til bruker	Brann og eksplosjonsvernloven med Forebyggendeforskriften (FOB) regulerer plikter til eier og bruker av bygget.
Brannvesen	Bergen Brannvesen Nærmeste brannstasjon er ca. 0,1 km unna bygget.
Utrykningstid	10 min Bygningen ligger innenfor et tettbebygget område med særlig fare for rask og omfattende brannspredning. Det forutsettes at utrykningstiden til brannvesenet er mindre enn 10 minutter etter varsling.

3 Beskrivelse av branntekniske ytelser

3.1 Passive brannsikringstiltak

TEK § 11-4	Bæreevne og stabilitet
Innfesting av solvarmeanlegg / -paneler	<ul style="list-style-type: none"> ○ Solvarmeanlegget må ha forsvarlig innfesting med ubrennbare festemidler, som motstår klimatiske forhold og dimensjonerende laster, for å hindre nedfall som kan skade rednings- og slokkemannskapene og deres materiell under førsteinnsatsen. ○ Innfestingen skal minst oppfylle krav i TPF nr. 15 samt ha ytelseserklæring (DoP) og CE-merking.

TEK § 11-8	Brannceller
Branncelle-inndeling (se vedlagte branntegninger)	<p>Føringsveiene for kabler og rør fra solvarmeanleggene på taket skal følge eksisterende tekniske føringsveier frem til teknisk rom i kjeller, og må brantettes ved gjennomføringer i branncellebegrensende konstruksjoner.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Teknisk loftsrom over svømmehallen inngår, iht. brannrapporten for bygget, i samme branncelle som svømmehall, tilhørende kontor-mesainn og 2 trapper og kulvert/plenums-kammer i kjeller. ○ Resten av rommene i kjeller er egne brannceller, dvs. lager, teknisk rom, varmesentral osv. ○ Øvrige branncellebegrensende konstruksjoner i bygget skal fremgå på eksisterende branntegninger (selv om AFRY ikke kjenner til disse), og omfatter blant annet rømningsvei, heis, tekniske rom, ventilasjonsrom, svømmehall og undervisnings-rom. ○ Etasjeskillere kan være branncellebegrensende konstruksjoner. Konferer brannrapport og branntegninger fra Norsk brannvernforening. ○ Tekniske sjakter i bygget er delt opp med branncellebegrensende dekke i hver etasje. Gjennomføringer brantettes i hver etasje og i øvrige branncellebegrensende konstruksjoner i bygget.
KRAV TIL BRANNCELLEBEGRENSENDE KONSTRUKSJON:	
Branncellevegg og dekke	EI 60 A2-s1,d0
Røykventilasjon av installasjons-sjakt	Hvis tekniske installasjoner legges i eksisterende installasjonssjakter som er røykventilert – må tiltaket ta hensyn til røykventilasjonen. Dvs. at solvarmeanleggene kan ikke dekke til røykluker i tak, og nye installasjoner må ikke hindre røyklukenes funksjon.

TEK § 11-9	Materialer og produkters egenskaper ved brann	
Brannceller < 200 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kledning ○ Overflate 	K ₂ 10 D-s2,d0 D-s2,d0
Brannceller > 200 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kledning ○ Overflate 	K ₂ 10 B-s2,d0 B-s2,d0
Rømningsvei	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kledning ○ Overflate ○ Nedforet himling 	K ₂ 10 A2-s1,d0 B-s2,d0 K ₂ 10 A2-s1,d0 (fastgips e.l), eller A2-s1,d0 og bæring R10.

Sjakter og hulrom	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kledning K₂10 A2-s1,d0 ○ Overflate B-s2,d0
Utvendig, inkl. hulrom.	<ul style="list-style-type: none"> ○ Overflate B-s3,d0 ○ Taktekking B_{ROOF}
Isolasjon i konstruksjoner	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ubrennbar, A2-s1,d0 <p>Detaljtegninger av taket angir mineralull. Hvis det avdekkes brennbar isolasjon på tak, må RIBR kontaktes for vurdering av tiltak ifm. etablering av solceller og solfangere.</p>

3.2 Tekniske installasjoner

TEK § 11-10	Gjennomføringer og isolasjon av rør og kanal
Branntetting	<p>Alle sprekker i konstruksjoner og gjennomføringer av rør og kabler gjennom brannskiller skal tettes på godkjent måte.</p> <p><u>Følgende unntak kan gjøres:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Plastrør med ytre diameter til og med 32 mm kan føres gjennom murte eller støpte konstruksjoner med brannmotstand inntil klasse EI 90 A2-s1,d0 [A 90] og gjennom isolerte lettvegger med brannmotstand inntil klasse EI 60 A2-s1,d0 [A 60] <u>når det tettes rundt rørene med tettemasse.</u>
Kabelbroer	Eventuelle kabelbroer må deles på hver side av branncellevegger.
Rørisolasjon	<ul style="list-style-type: none"> ○ Godkjente systemer og brannisolasjon benyttes ved gjennomføring i brannskiller. Se Byggforsk 520.342. ○ Rørisolasjon må tilfredsstille klasse A2_L-s1,d0, når samlet eksponert overflate av ny og eksisterende rørisolasjon overstiger 20 % av tilgrensende vegg- eller himlingsflate. ○ Hvis samlet eksponert overflate av ny og eksisterende rørisolasjon er maksimalt 20 % av tilgrensende vegg- eller himlingsflate, kan det velges isolasjon klasse C_L-s3,d0 [PII], med unntak av i rømningsvei, som skal ha klasse B_L-s1,d0 [PI]. ○ Den flaten der rør eller kanal er innfestet, regnes som tilgrensende vegg- eller himlingsflate. For vertikale rør er det veggflaten som skal legges til grunn.

TEK § 11-10	Elektriske installasjoner
Generelt	Se krav til solvarmeinstallasjoner (solcellepaneler og solfangerpaneler) i neste tabell.
Batteri-lager	Ikke planlagt.
Føringsvei i rømningsvei	<p>Kabler skal som hovedregel legges i egne føringsveier utenfor rømningsvei.</p> <p>Kabler kan kun legges bak nedforet himling (eller i tilsvarende hulrom i rømningsvei) hvis samlet brannenergi av nye og eksisterende kabler er under 50 MJ/løpemeter</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Alternativt må kablene føres i sjakt eller over himling med samme brannmotstand som branncellebegrensende bygningsdel (EI 60 A2-s1,d0). ○ Alternativt legges kablene i sprinklet hulrom. Sprinklerkravet er uavhengig høyden på hulrommet. ○ Se krav til isolerte rør i forrige tabell.

TEK § 11-10	Solceller
Generelt	<p>Tekniske installasjoner skal prosjekteres og utføres slik at installasjonene ikke øker faren vesentlig for at brann oppstår eller at brann og røyk sprer seg.</p> <p>Det henvises også til NEK-400:2022 Tillegg 712C om sikkerhet for brannmannskaper. Brannvesenets angrepsveier skal merkes med symbolskilt for solcelleanlegg.</p> <p>Solcellepaneler skal ha produktdokumentasjon iht. ASTM-E og CE-merking.</p>
Solvarmeinstallasjoner/-paneler montert på et tak med ett plan	<p>Solvarmeinstallasjonen skal utformes slik at:</p> <ul style="list-style-type: none"> - panelene er montert i en avstand $\geq 1,0$ m fra minst to av takets ytterkanter, dvs. vestsiden (langs bunnrennen) og nord/vestsiden), og - panelene er montert i en avstand $\geq 1,25$ m fra teknisk rom på tak og mot tilkomstrappen, og - det er anordnet med en panelfri sone med bredde $\geq 1,0$ m for hver 40 m. - panelene må ikke plasseres nærmere enn 600 mm fra overlys og andre takoppstikk (sjakt-topper, vent fra bassengene osv.). - Solvarme-panelene må ha solid og ubrennbar stativ og festemidler til bærende takkonstruksjon, for å hindre nedfall ved brann. For øvrig bør ikke komponentene i anlegget være lettantennelig. - Solcellepanelene skal monteres i øverste del av taket. - Solcelle- og solfangerpanelene festes til tak med papptekking og må derfor monteres med en gjennomsnittlig høyde over takbelegg på > 9 cm, for at takbelegget skal kunne opprettholde sin brannklasse (B_{ROOF})¹. - Kabler på taket skal legges tildekket på en kabelgate og oversiktig langs én rett linje tvers over takflaten. - Vekselretter plasseres utvendig på ubrennbar underlag (iht. NEK 400). - Overlysvinduer og sjakter stikker opp høyere fra taket enn solvarmeinstallasjonene, og derfor øker ikke panelene faren for brannspredning mellom overlysvinduer/sjakter. - Det er en teoretisk sjanse for at en brann i panelene kan spre seg gjennom tilkomstluken til taket, men det vil i så fall være mulig for sprinkleranlegget å kontrollere den innvendige sekundærbrannen.
Solcelleomformeren	Skal plasseres på utsiden av bygget, sånn at det ikke blir nødvendig med utstyr for frakobling av DC-kabler inne i bygget.
Solceller på tak med brennbar isolasjon	I.R. Se kap. 3.1.

¹ RISE. Teknisk rapport. EBOB – Del 2. Solcelleinstallasjonar på bygg. 2022

3.3 Aktive brannsikringstiltak

TEK § 11-12	Tiltak for å påvirke rømning og redningstider
Automatisk slokkeanlegg	<ul style="list-style-type: none"> ○ Hele bygget, bortsett fra den røykventilerte svømmehallen, har et automatisk sprinkleranlegg. Sprinkleranlegget er dimensjonert etter NS-EN 12845. Tiltaket må ikke forringe sprinklerdekning (f.eks. ved å introdusere nye føringsveier som skjermes for sprinklerspray). ○ Eventuelle nye sjakter må vurderes sprinklet iht. bestemmelsene i NS-EN 12845.
Brannalarm-anlegg	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bygget skal ha heldekkende brannalarmanlegg, kategori 2. Anlegget er dimensjonert iht. HO-2/98 og NS-EN 54-serien. ○ Nye detektorer til anlegget må vurderes i nye sjakter. Det må i så fall kartlegges om det er mulig å få tak i, og tilknytte, nye komponenter til eksisterende sentral. Alternativt kan sprinklerhode med strømningsvakt e.l. benyttes som deteksjon i sjakten.
Brannalarm-organisering	Eksisterende alarmorganisering beholdes.
Merking av branntekniske installasjoner	<ul style="list-style-type: none"> ○ Skilt for solcelleanlegg ved hovedinnsatsvei skal være tydelig markert med skilt. Skiltene skal være etterlysende (fotoluminiserende) eller belyst med nødlis. Se også krav til informasjonsblad til brannvesenet i kap. 3.5.

3.4 Rømning og redning

TEK § 11-11,13,14	Ansvar: ARK, RIE
-------------------	------------------

TEK § 11-11,-13	Rømning og redning
Rømningsstrategi	Taket har sporadisk personopphold, og skal ha tilgang til en utgang. Bygget ble ved oppføring tilrettelagt for solceller, og solvarmeanlegget vurderes derfor ikke som i strid med opprinnelig brannkonsept. Fluktvei frem til rømningsvei kan gå gjennom annen branncelle.
Fluktvei	Tak og takoppbygg med tilkomstluke Svømmehall, kontor-mesain og to tilhørende trapper frem til utgangsdør på bakkeplan.
Utgang til rømningsvei	Fluktvei på tak: Uendret og iht. opprinnelig brannkonsept.

3.5 Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap

TEK § 11-17	Rednings- og slokkemannskap
Orienteringsplan	<ul style="list-style-type: none"> ○ NEK 400, tillegg 712C beskriver konkrete tiltak for ivaretagelse av sikkerhet for rednings- og slokkemannskap. Disse må følges. ○ Det skal utarbeides en situasjonsplan som oppbevares ved brannalarmpanelet i hovedangrepsveien, som bl.a. opplyser om solceller og solfangere på taket. Situasjonsplanen må utarbeides innen anlegget idriftsettes. ○ Det må utarbeides et informasjonsblad som oppbevares med tegninger og orienteringsplaner for bygget, vanligvis ved brannalarmsentralen. Dokumentet skal være to-sidig med

TEK § 11-17	Rednings- og slokkemannskap
	<p>informasjon på den ene siden og tegninger/illustrasjon på den andre siden.</p> <p>Følgende informasjon må inkluderes på førstesiden:</p> <ul style="list-style-type: none">- Eventuell nødstopp/brannbryter for anlegget og hvor denne er plassert- Oppbygning av underliggende konstruksjon (inkludert type isolasjonsmateriale)- Demontering (type verktøy og størrelse/dimensjon)- Plassering av moduler (beskrivelse av plassering og andre viktige opplysninger)- Generell informasjon om størrelse på anlegget, type anlegg o.l.- Kontaktpersoner (eier, vaktmester, produsent/leverandør o.l.)- I tillegg bør det opplyses om dato og år for montering, leverandør av anlegget og versjon av informasjonsbladet. <p>Baksiden bør inneholde en tegning i A3-format av takplan/kartutsnitt/fasade som viser plassering av paneler, kabelføringer, vekselretter o.l. Tegningen kan gjerne være målsatt og inngå som en del av orienteringsplanene.</p>

4 Risikovurdering av solvarmeanlegget

4.1 Bakgrunn

Da Helleren / AdO Arena ble oppført, ble bygget planlagt og tilrettelagt for solvarmeanlegg på taket, bl.a. med føringsveier for kabler og ubrennbar isolasjon i taket. Solvarmeanlegget var imidlertid ikke nevnt i byggets brannkonsept (Iht. TEK97).



Figur 1: Ca. oversikt over solvarmeanlegget på tak. Solcelleanlegget utgjør ca. 1/3 av samlet installasjon.

4.2 Krav til sikkerhetsnivå

Solvarmeanlegget etableres nå i en ny byggesak iht. TEK17, og de funksjonskravene som er relevant for solvarmeanlegget er §§ 11-1(1), 11-9(2) og 11-10(1):

§ 11-1. Sikkerhet ved brann

(1) Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet ved brann for personer som oppholder seg i eller på byggverket, for materielle verdier og for miljø- og samfunnsmessige forhold.

§ 11-9. Materialer og produkters egenskaper ved brann

(1) Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at det er liten sannsynlighet for at brann skal oppstå, utvikle og spre seg. Det skal tas hensyn til byggverkets bruk og den nødvendige tiden for rømning og redning.

(2) Materialer og produkter skal ha egenskaper som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen. Det skal legges vekt på muligheten for antennelse, hastigheten av varmeavgivelse, røykproduksjon, utvikling av brennende dråper og tid til overtenning.

§ 11-10. Tekniske installasjoner

(1) Tekniske installasjoner skal prosjekteres og utføres slik at installasjonene ikke øker faren vesentlig for at brann oppstår eller at brann og røyk sprer seg.

§ 11-1 er for denne problemstillingen først og fremst anvendt for å «bidra til å ivareta sikkerheten for rednings- og slokkemannskaper», men det ligger også implisitt i regelverket at brannvesenet har mulighet til å tilpasse sin innsats til risikoen og ivareta egensikkerhet vha. medbrakt utstyr.

Solvarmeanlegget defineres som en bygningsteknisk installasjon så lenge det ikke er bygningsintegrert. Anlegget er derfor i seg selv ikke omfattet av kravene til byggevarer i TEK § 11-9 *Materialer og produkters egenskaper ved brann*. AFRY vurderer også at forskriftens krav til hulrom ikke er relevant for glippen mellom taktekingen og panelene. Det stilles altså ikke materialkrav til panelene, men panelene må ikke forårsake en brann som blir vesentlig større enn det taktekingen er

dimensjonert for å tåle $B_{\text{ROOF}}(t_2)$. Takbelegget inngår ikke i tiltaket, men § 11-9 medtas i analysen for å vurdere solvarmeanleggets påvirkning på takbelegget.

Kravet i § 11-10 medfører både en aksept for at brann kan oppstå og spre seg, og et pålegg om å hindre vesentlig økning i brannfaren og spredningsfaren. Spredningsfare skal i denne sammenhengen forstås som spredning av brann og røyk mellom brannceller eller brannseksjoner.

4.3 Metode / fremgangsmåte

Fordi VTEK ikke har etablert preaksepterte ytelser for solvarmeanlegg, utgjør anlegget heller ikke et fravik fra preaksepterte ytelser i VTEK. Funksjonskravene i §§ 11-1 og 11-10 må likevel etterleves. Dette kan iht. TEK §§ 2-1 og 2-2 dokumenteres ved bruk av Norsk Standard / likeverdig standard (i dette tilfellet NEK 400), eller ved analyse som viser at ytelsene oppfyller funksjonskravene i forskriften (i dette tilfellet §§ 11-1 og 11-10). Analysemetoden må være egnet, og siden det ikke foreligger et fravik kan heller ikke fraviksanalyser være egnet. MEN: Der det finnes alternative ytelser som er dokumentert å være likeverdige med de preaksepterte, kan analysen være enkel. «Ytelser kan for eksempel finnes i norske standarder, anvisninger i byggforskserien eller annen anerkjent litteratur» – og «det vil da være tilstrekkelig å henvise til kilden». AFRY tar utgangspunkt i denne metoden ved analyse og dokumentasjon av funksjonskravene. Se kap. 4.5 og 4.7.

Fordi TEK er en forskrift som regulerer tekniske krav til byggevarer, og kun med konsekvensreducerende funksjonskrav, er det utenfor analysens mål å stille krav til sannsynlighetsreducerende tiltak. Det forutsettes at NEK 400 stiller krav til forsvarlig utførelse av solvarmeanlegget, sånn at sannsynlighet for brann blir akseptabel lav.

4.4 Brannscenarier

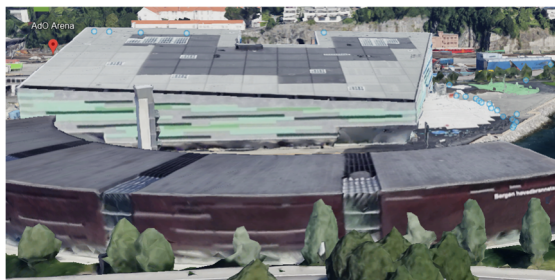
Følgende brannscenarier er relevant å vurdere:

1. Brann på taket (flyvebrann eller brann i solcelleinstallasjonen)
2. Brann i teknisk loft under taket

Brann i nabobygg er ikke spesielt sannsynlig pga. god avstand til AdO, men om dette likevel skulle inntreffe vil analyse av brannscenario 1 være dekkende for problemstillingen.

Andre innvendige branner i AdO forventes å ikke gi en mer kritisk brann, fordi det i svømmehall og skole generelt forventes lav/moderat branneffektutvikling samt at arealene er røykventilert og sprinklet.

I brannscenario 1, kan brannen utvikle seg en viss tid før brannvesenet blir tilkalt pga. manglende automatisk deteksjon via brannalarmanlegget. På grunn av byggets plassering nær sentrum, beboelse, trafikk-knutepunkt og brannstasjonen, forventes likevel brannvesenet å bli varslet innen 5-15 minutter fra brannstart – hvis brannen utvikler seg til mer enn bare en lokal flamme / røykutvikling.



Figur 2: AdO Arena sett i forhold til brannstasjonen.

4.5 § 11-1 Sikkerhet for brannmannskaper

NEK 400-7-712 *Strømforsyning med solcellepaneler* (2022), Byggforsk 321.231 *Prosjektering av solcelleanlegg på bygninger* (2021), og branntester/forskning fra RISE², er anerkjent litteratur som kan brukes til å dokumentere etterlevelse av funksjonskravet, ref. TEK § 2.

I tillegg har Bergen Brannvesen utarbeidet en veileder for tilrettelegging for rednings- og slokkeinnsats - *Veiledning: Tilrettelegging for innsats for rednings- og slokkesmannskaper* (2019) - hvor de ber om informasjon om solcellepanelene.

Relevante krav fra overnevnte kilder er implementert i brannkonseptet, ref. kap. 4.5.1.

Farer og hensyn brannvesenet må ta i sin slokkeinnsats er dekket av Solenergiklyngen sin *Veileder om solenergianlegg for brann- og redningsvesen*, og omtales ikke her.

4.5.1 Risikovurdering

Byggforsk 321.231 har identifisert noen brannrelaterte farer, og foreslåtte tiltak for å oppfylle funksjonskravet i TEK, ref. kap. **Error! Reference source not found.**

Identifiserte farer i Byggforsk 321.231	Foreslåtte tiltak	Implementert i brannkonsept?
Panelene kan falle ned og skade rednings- og slokke-mannskapene – og spesielt over hovedinnsatsvei. MEN: Iht. storskala branntest (RISE, 2022) er det ikke identifisert fare for slik nedfall i paneler med ubrennbare festemidler. Temperaturen under panelet kan i en kort periode (ca. 10 min) overstige 500 grader, og dermed svekke braketten, men brakettene skaper friksjon mot underlaget og bæremessig svikt fører dermed ikke nødvendigvis til at panelene faller av taket.	Ubrennbare festemidler, som motstår klimatiske forhold og dimensjonerende laster. Innfesting skal oppfylle krav i TPF nr. 15 ³ . Takets helning er oppgitt til 7 grader mot sør/vest, og ikke mot brannvesenets innsatsveier. Dette er ikke faretruende bratt. Taket har også rader av «vannrenner, som hindrer bevegelse i panel med brakett og kabler.	Kap. 3.1
Brennbar isolasjon kan lettere antenne	Ikke relevant for AdO. Kun ubrennbar isolasjon.	I.R.

² EBOB-prosjektet om Solcelleinstallasjoner på bygg - Del 1: Hovedrapport og Del 2: Eksperimentell studie. 2022.

³ Takprodusentenes Forskningsgruppe. TPF nr. 15 *Innfesting av solanlegg på kompakte tak – råd og anbefalinger*.

Panelene hindrer tilgang til takflaten og brannbekjempelse på tak	Byggforsk henviser til NEK 400-7-712, inkl. Tillegg 712C. Det skal tilrettelegges for at brannvesenet får minst 1 m bred tilkomstvei både på vestsiden (langs bunnrennen i taket) og nord/vestsiden via høydemateriell. I tillegg via tilkomsttrappen. Kabler på taket skal legges tildekket på en kabelgate som legges oversiktlig langs en linje på taket, for å unngå at brannvesenet snubler i denne.	Kap. 3.2
Vekselrettere kan øke faren for at det oppstår brann eller at brann og røyk sprer seg	Plasseres utvendig på ubrennbar plate. Krav i NEK 400 etterleves.	Kap. 3.2, utendørs plassering.
Solvarmeanlegget «kan være til hinder for brannmannskapenes slokkeinnsats fordi de hindrer hulltaking av tak for å luften ut brannrøyk»	Ingen spesifikke tiltak*, utenom henvisning til NEK 400	Nei, ref. forklaring under tabellen.

* Problemstillingen med manglende mulighet til å ta hull i tak vil være lik i bygg med flate betongtak, noe som normalt ikke anses som et problem. Det at solvarmeanlegget reduserer mulighet for hulltaking, vurderes som mindre kritisk, spesielt fordi bygget er sprinklet. Positivt for AdO Arena, er at svømmehallen og begge atrier er røykventilert via brannstrategien. Dette bidrar til å redusere behovet for hulltaking i taket. Det tekniske loftet kan ventileres i «rennen» som ligger i bunnen av taket og i de gangbanene mellom panelene som NEK 400 krever.

De overnevnte farer og foreslåtte tiltak relateres til utvendig brann / brannscenario 1 og innvendig brann / brannscenario 2. Det kan som nevnt over være vanskelig å ta hull i taket ved brann i teknisk loft. Men AdO Arena er sprinklet og røykventilert, noe som gjør at bygget har veldig god egensikkerhet mot at behovet for å ta hull i taket skal oppstå.

4.6 § 11-9 Materialer og produkters egenskaper ved brann

Solcellepaneler som monteres utenpå bygget, er ikke byggevarer underlagt bestemmelsene i TEK § 11-9, men panelene må ikke komme i strid med forutsetningen for taktekkingen. AdO Arena har sveiset bitumenbasert takpapp som iht. byggets brannkonsept skal ha materialklasse $B_{ROOF}(t_2)$ [Ta]. Dette er brennbar taktekking som i branntest har vist begrenset brannskadeomfang ved en standardisert startbrann på tak med 30 graders helning. RISE har eksperimentelt vist at 9 cm avstand mellom tekking og solcellepanel ikke gir større brannskadeomfang enn testkriteriene, og derfor at taket ville blitt godkjent for $B_{ROOF}(t_2)$ [Ta] hvis testen ble gjennomført med solcellepaneler. Dette er den eneste eksperimentelle testen AFRY har funnet, og det stilles dermed krav om at alle paneler i solvarmeanlegget må monteres minst 9 cm fra takoverflaten.

4.7 § 11-10 Tekniske installasjoner

Kravet i TEK § 11-10 skal sikre at solvarmeanlegget, hovedsakelig solcelleanlegget, ikke vesentlig øker faren for at brann oppstår og sprer seg mellom brannceller eller brannseksjoner.

4.7.1 Risikovurdering

Tiltak mot at tekniske installasjoner skal øke faren for at brann oppstår er i VTEK ivare tatt gjennom henvisning til NEK 400. NEK 400 har egne kapitler for utførelse av solcelleanlegg, og er dermed relevant henvisning også for dette anlegget. I tillegg må panel og innfestingsbraketter ha produktdokumentasjon med CE-merking. Når NEK 400 er ivare tatt, anses faren for at brann oppstår redusert til et akseptabelt nivå.

Hvis brann likevel oppstår, kan den spre seg:

- Mellom paneler,
- Til overliggende bygningsdeler
- Ned i takkonstruksjonen
- Via flytende/brennende bitumen i taknedløp

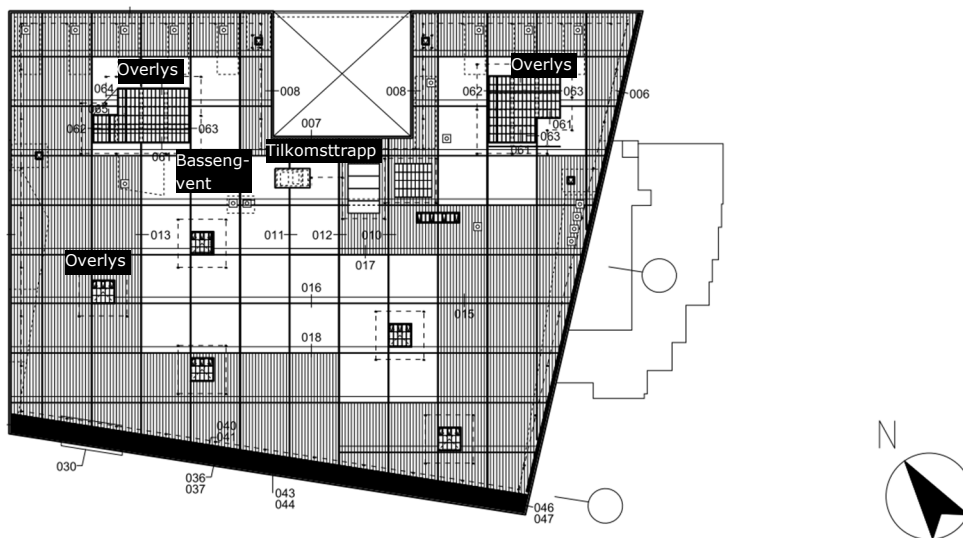
AFRY tolker at TEK og VTEK sine ytelseskrav rettes mot å hindre brannspredning til utilgjengelige hulrom og mellom brannceller og brannseksjoner. Brannspredning mellom paneler og til takflaten utgjør derfor ikke brudd mot kravet om vesentlig økt spredning av brann og røyk. Selvfølgelig må ikke panelene gjøre at en takbrann (flyvebrann fra nabobygg o.l.) som takbelegget skal kunne håndtere, fører til at klassifiseringsforutsetningene til taket brytes, ref. kap. 4.6. Imidlertid vil brannspredning til overliggende bygningsdeler (som f.eks. tilkomstrappen), ned gjennom takkonstruksjonen og via tak-nedløpene være i strid med forskriftskravet.

Brannscenario 1 – brann på tak (i solcellepanel)

Forskningsresultater som er tilgjengelig for AFRY viser ikke hvilken resulterende varme som oppstår under paneler, ved brann i et solcellepanel. Brann i panelet kan forventes å bli større enn den standardiserte brannen som taket er klassifisert etter, men det er ikke gitt at mye av varmen / flammene legger seg under panelet og andre panel.

Vurdering av brannspredning til overliggende bygningsdeler:

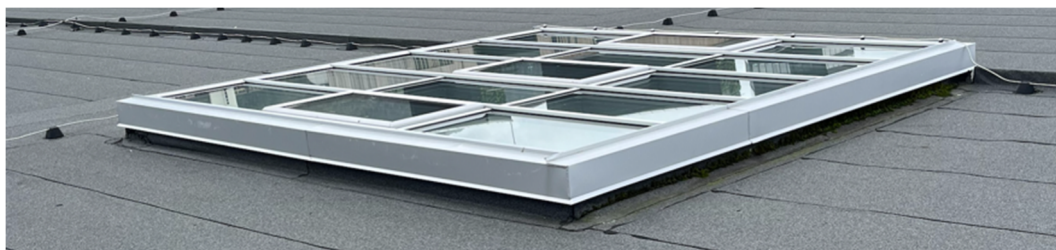
Taket har enkelte oppstikkende elementer, som overlys, sjakter og tilkomstrappen. Disse kan forventes å bli utsatt for flammer fra brann i nærliggende solcellepaneler.



Figur 3: Oversiktsplan over takflaten med angivelse av enkelte oppstikkende elementer.



Figur 4: Bilde av bassengvent (forgrunn) og tilkomstrapp (bakgrunnen).



Figur 5: Bilde av overlys

Både overlys, sjakt-topper og tilkomstrappen ligger høyere over takflaten enn solcellepanelene, og dermed utsatt for varmestråling fra flammer over panelene - og ikke flammer fra takflaten under panelene. Det bør derfor være en viss avstand mellom panelene og overlyset. Litteratur om solcelleanlegg angir ikke en slik avstand, men TPF nr. 6 angir 600 mm avstand fra brennbar isolasjon på både flate og skrå tak til overlys o.l. Brann i brennbar isolasjon forventes å gi vesentlig høyere branneffekt og større flammer enn brann i solcellepaneler. 600 mm er derfor en fornuftig avstand. Avstand mellom panel og tilkomstrappen bør være større fordi brannvesenet skal kunne bruke denne tilkomsten til taket. NEK 400 angir 1,25 m mellom panel og tekniske rom, noe som er fornuftig å videreføre rundt tilkomstrappen.

Vurdering av brannspredning ned i takkonstruksjonen:

Problemstillingen med takbrann i solcellepanel, som sprer seg ned i takkonstruksjonen er vurdert av Takprodusentens Forskningsgruppe. TPF reviderte i 2023 sin publikasjon TPF nr. 6 *Branntekniske løsninger for tak og terrasser, med eksempler* og ga følgende krav ved bruk av solcellepanel på tak:

3.9 Solcelleanlegg på taket

Solcelleanlegg blir stadig mer vanlig på flate tak og medbringer noen risikomomenter med tanke på brann. Konstruksjonsoppbygningen på disse takene, spesielt med tanke på bruk av brennbare materialer, må vurderes særskilt. TPF anbefaler sterkt at brennbar isolasjon beskyttes med minst 30 mm trykkfast, ubrennbar isolasjon. Se TPF Informerer nr. 15 for mer informasjon om innfesting av solcelleanlegg på kompakte tak (TPF 2022).

Figur 6: Utdrag fra TPF nr. 6.

TPF har her stilt krav som tar høyde for at brann i solcellepaneler på tak med brennbare taktekking kan spre seg ned i brennbar isolasjon under tekkingen.

Siden solcellepanelene monteres på øverste del av taket, og det ikke vurderes brannfare i solfangerpanelene, vurderes sannsynligheten lav for at brennende bitumen renner ned i taknedløpet. Hvis en solcellebrann skulle spre seg nedover under solvarme-panelene, som følge av vind e.l. forventes etter hvert vannrør å sprekke - noe som kan bidra til å redusere / slokke brann (selv om vannet kan holde ca. 70 grader). Av hensyn til brannvesenets behov for tilkomst etableres et felt nederst på taket som er minst 1 m bredt, og som også vil fungere som «kjølesone» for eventuell flytende bitumen.

Brannscenario 2 – brann i teknisk loft

Brann på loftet vil sannsynligvis kontrolleres av sprinkleranlegget og dermed ikke utgjøre en fare for brannspredning til taket. Hvis sprinkleranlegget likevel skulle svikte skal taket ha 60 minutters brannmotstand (sekundært bærende konstruksjon). Siden dette er et kompakt-tak vil i praksis hele taket ha 60 minutters brannmotstand mot gjennombrenning. Med heldekkende brannalarmanlegg og direkte varsling til brannvesenet er det gode muligheter for å begrense brannen til loftet. Brannen har lav risiko og det fremstår som at solcellepanelene ikke øker faren vesentlig for brannspredning.