



UiT Norges arktiske universitet

Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi

Brannprosjektering av automatiske parkeringsanlegg
(Fire design of automatic parking systems)

Ajaypal Powar og Talleiv Omtveit

Masteroppgave i Integrert bygningsteknologi. BYG-3900. Mai 2021.

MASTEROPPGAVE

for

Talleiv Omtveit og Ajaypal Powar

(Studentnummer 180246 og 180244)

Vår 2021

Brannprosjektering av automatiske parkeringsanlegg

(Fire design of automatic parking systems)

Bakgrunn

I takt med befolkningsøkning, fortetning og økte kvadratmeterpriser i de store byene har bolig og eiendomsutviklere etter hvert sett seg nødvendig til å utnytte tomtearealene mer effektivt. Problemstillingen og tilhørende tiltak og løsninger er godt implementert i andre deler verden, men er nå for alvor også blitt en problemstilling i Norge. Som del av jakten på stadig bedre løsninger på utfordringene ser man at automatiske parkeringsanlegg i større grad vurderes som del av norske byggeprosjekt.

Automatiske parkeringsanlegg medfører også nye utfordringer spesielt tilknyttet brann sikkerhet og brannteknisk prosjektering. Siden dette er en relativt ny type parkeringsanlegg er ikke Norske byggeregler tilpasset og utviklet for slike anlegg pr. i dag. Brannteknisk medfører slike anlegg en økt brannenergi siden bilene parkeres tettere på et mindre areal og ikke minst påvirkes brannvesenets innsatsmuligheter betydelig ved brannforløp. Utfordringene er tilknyttet både person- og verdisikkerhet.

Hensikten med oppgaven vil være å kartlegge erfaringer og tiltak ved brannprosjektering av automatiske parkeringsanlegg. Dette for å synliggjøre utfordringer og muligheter som til slutt vil kunne danne et grunnlag for videre arbeid med retningslinjer og veiledere tilknyttet prosjektering av automatiske parkeringsanlegg.

Begrensning av oppgaven

Ingen spesielle begrensninger på nåværende tidspunkt.

Arbeidet skal omfatte (men ikke nødvendigvis avgrenses til):

1. Innledende arbeid/litteraturstudium med avgrensninger og definisjoner.
2. Bakgrunn for valgt oppgave.
3. Generelt om automatiske parkeringsanlegg.
4. Gjeldende nasjonale regelverk, veiledere og retningslinjer.
5. utfordringer tilknyttet brannprosjektering av automatiske parkeringsanlegg. Spesielt tilknyttet tilrettelegging for brannvesen.
6. Vurdering av eksisterende anlegg og prosjekteringen av disse. Hvilke tiltak er mest vanlig?
7. Kartlegging av regelverk og retningslinjer samt erfaring fra utlandet, der automatiske parkeringsanlegg har vært vanlig i lang tid.
8. Kartlegge aktuelle tiltak og erfaring som kan danne grunnlag for videre utarbeidelse av veiledere i Norge.

Samarbeidspartner

Ingen på nåværende tidspunkt.

Generelt

Senest 14 dager etter at oppgaveteksten er utlevert skal resultatene fra det innledende arbeid være ferdigstilt og levert i form av en forstudierapport. Forstudierapporten skal godkjennes av veileder før kandidaten har anledning til å fortsette på resten av hovedoppgaven. Det innledende arbeid skal være en naturlig forberedelse og klargjøring av det videre arbeid i hovedoppgaven og skal inneholde:

- Generell analyse av oppgavens problemstillinger.
- Definisjon i forhold til begrensninger og omfang av oppgaven.
- Klargjøring/beskrivelse av de arbeidsoppgaver som må gjennomføres for løsning av oppgaven med definisjoner av arbeidsoppgavens innhold og omfang.
- En tidsplan for framdriften av prosjektet.

Sluttrapporten skal være vitenskapelig oppbygget med tanke på litteraturstudie, arbeidsmetodikk, kildehenvisninger etc. Alle beregninger og valgte løsninger må dokumenteres og argumenteres for. Besvarelsen redigeres som en forskningsrapport med et sammendrag både på norsk og engelsk, konklusjon, litteraturliste, referanser, innholdsfortegnelse etc. Påstander skal begrunnes ved bevis, referanser eller logisk argumentasjonsrekker. I tillegg til norsk tittel skal det være en engelsk tittel på oppgaven. Oppgaveteksten skal være en del av besvarelsen (plasseres foran Forord).

Materiell som er utviklet i forbindelse med oppgaven, så som programvare/kildekoder eller fysisk utstyr, er å betrakte som en del av besvarelsen. Dokumentasjon for korrekt bruk av dette skal så langt som mulig også vedlegges besvarelsen.

Dersom oppgaven utføres i samarbeid med en ekstern aktør, skal kandidaten rette seg etter de retningslinjer som gjelder hos denne, samt etter eventuelle andre pålegg fra ledelsen i den aktuelle bedriften. Kandidaten har ikke anledning til å foreta inngrep i den eksterne aktørs informasjonssystemer, produksjonsutstyr o.l. Dersom dette skulle være aktuelt i forbindelse med gjennomføring av oppgaven, skal spesiell tillatelse innhentes fra ledelsen.

Eventuelle reiseutgifter, kopierings- og telefonutgifter må bæres av studenten selv med mindre andre avtaler foreligger.

Hvis kandidaten, mens arbeidet med oppgaven pågår, støter på vanskeligheter som ikke var forutsatt ved oppgavens utforming, og som eventuelt vil kunne kreve endringer i eller utelatelse av enkelte spørsmål fra oppgaven, skal dette umiddelbart tas opp med UiT ved veileder.

Besvarelsen leveres digitalt i WISEflow.

Utleveringsdato:	09.01.2017
Innleveringsdato:	15.05.2017
Veileder UiT - IVT:	Håkon H. B. Sundene Telefon: 97565932 E-post: Sundene@b-ks.no

UiT – Norges Arktiske Universitet
Institutt for bygg, energi og materialteknologi

Håkon H. B. Sundene
Faglig ansvarlig/veileder

Forord

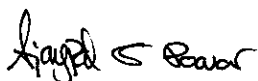
Denne oppgaven er skrevet av studentene Ajaypal Powar og Talleiv Omtveit våren 2021 som den avsluttende masteroppgaven ved fakultetet for ingeniørvitenskap og teknologi, Norges arktiske universitet (UiT). Masteroppgaven utgjør det fjerde og siste semesteret som del av sivilingeniørutdanningen «Integrert bygningsteknologi».

Det har vært svært spennende å sette seg inn i problematikken rundt brannsikkerhet og automatiske garasjelegger. Vi mener oppgaven setter lys på nye og svært tidsaktuelle problemstillinger, som myndigheter og øvrige relevante aktører bør se nærmere på i fremtiden.

Det ønskes å rette en stor takk til samtlige intervjuobjekter som har bidratt med verdifulle og innholdsrike samtaler og diskusjoner. Videre vil vi gi honnør til Håkon Sundene for gode innspill og veiledning underveis som intern veileder for oppgaven. Vi er også svært takknemlige for fleksibiliteten og veiledningen vi har mottatt gjennom studiet av førsteamanuensis Raymond Riise.

Avslutningsvis ønsker vi å takke to svært forståelsesfulle og støttende samboere og vår arbeidsgiver som har gitt oss fleksibiliteten til å kombinere studiene med fulltidsstillinger.

Oslo, 15. mai 2021



Ajaypal Powar



Talleiv Omtveit

Sammendrag

Automatiske parkeringsanlegg er en innovativ parkeringsløsning som løser plassutfordringene som følge av befolkningsvekst, sentralisering og fortetning, men medfører samtidig nye utfordringer med hensyn til brann sikkerheten. Der en parkeringsplass tidligere var forbeholdt én bil, kan det i denne typen parkeringsanlegg være stablet flere biler i høyden. For rednings- og sløkkemannskaper medfører disse anleggene en økt risiko med bakgrunn i dårligere tilgjengelighet, større omfang av brannforløpet, fare for kollaps av konstruksjoner m.m. Prosjekteringen av automatiske parkeringsanlegg og installasjon av tekniske brannverntiltak skjer i dag stor grad basert på et regelverk som ikke er tilpasset denne typen anlegg. Manglende regelverk og veiledninger gjør at det prosjekterte sikkerhetsnivået i forskjellige automatiske parkeringsanlegg, kan være svært varierende.

Hensikten med oppgaven er å kartlegge og synliggjøre aktuelle utfordringer, erfaringer og tiltak ved brannprosjektering av automatiske parkeringsanlegg. For å skape en fyldig og troverdig bakgrunn for oppgaven er en kvalitativ metode i form intervju med sentrale aktører i bransjen, samt en omfattende litteraturstudie valgt som metodikk.

Litteraturstudiet har vist at bilbranner i parkeringsanlegg er i stadig utvikling mht. branneffekt, brannutvikling og brannspredning/-omfang. Introduksjonen av automatiske parkeringsanlegg gir parkeringsbranner ytterligere kompleksitet i form av brannforløp og verdisikkerhet. Videre finnes det per i dag relativt lite erfaring og kunnskap rundt brannprosjektering av automatiske parkeringsanlegg verken hos brannvesen, myndigheter og ansvarlig prosjekterende. Dette til tross for at det leveres stadig flere automatiske parkeringsanlegg i Norge.

Rapporten danner et grunnlag for videre arbeid med retningslinjer og veiledere for brannprosjektering av automatiske parkeringsanlegg.

Abstract

Automatic parking systems are an innovative parking solution that solves some of the space challenges because of population growth, centralization, and densification. At the same time, it introduces new challenges with regards to fire safety. A parking space was previously reserved for one car, several cars can now be stacked in height in the same area. For rescue and firefighting services, these facilities represent an increased risk due to reduced accessibility, greater extent of fires, danger of collapsing structures, etc.

The design of automatic parking systems and the installation of technical fire protection measures are as today, largely based on regulations that are not adapted to this type of parking systems. The lack of regulations and guidelines means that the design level of safety in different automatic parking facilities can be very variable.

The purpose of this study is to highlight and to address the current challenges, experiences, and the technical measures with regards to the design of automatic parking systems. In order to form an ample and credible background for the thesis, a qualitative method in the form of interviews with key people representing the industry, as well as a comprehensive literature study was chosen as a methodology.

The literature study has shown that car fires are constantly evolving regarding the fire effect, fire development and fire spread-/extent. The introduction of automatic parking systems gives parking fires an additional complexity in the form of fire development and security of values. Furthermore, there is relatively little experience and knowledge about fire design of automatic parking systems both at the fire departments, the authorities, and the responsible fire protection designers. This, even though more and more automatic parking systems are being installed in Norway.

The report forms a basis for further work with guidelines for fire technical design of automatic parking systems.

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Formål.....	2
1.3	Omfang og begrensninger	3
1.4	Oppgavens oppbygning	3
2	Metode.....	5
2.1	Generelt	5
2.2	Litteraturstudie.....	6
2.3	Intervjuer	7
2.3.1	Valg av intervjuobjekter.....	8
2.4	Kildekritikk.....	11
3	Teori	12
3.1	Prosjekteringsprosessen.....	12
3.1.1	Planfasen	12
3.1.2	Byggesaksfasen	15
3.1.3	Byggefasen	16
3.2	Lover, forskrifter og veiledninger (regelverk).....	17
3.2.1	Norge.....	17
3.2.2	USA.....	20
3.2.3	England.....	23
3.2.4	Danmark	24
3.2.5	New Zealand	26
3.3	Automatiske parkeringsanlegg	28
3.3.1	Helautomatiske parkeringsanlegg	29
3.3.2	Semiautomatiske parkeringsanlegg.....	31
3.3.3	Bilheis og dreieplattform.....	33

3.4	Brannteori	35
3.4.1	Utviklingen av brannrisiko og -spredning	36
3.4.2	Automatisk sprinkleranlegg	42
3.4.3	Røykventilasjon.....	50
3.4.4	Automatisk brannalarmanlegg	52
3.4.5	Tilgjengelighet for rømning og redning	54
4	Resultater.....	56
4.1	Intervjuer	56
4.1.1	Bergen brannvesen	56
4.1.2	Tromsø brann og redning KF.....	59
4.1.3	Rogaland brann- og redning IKS	61
4.1.4	Oslo brann- og redningsetat	63
4.1.5	Direktoratet for byggkvalitet.....	66
4.1.6	Sweco Norge AS og Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF)	68
5	Diskusjon.....	70
5.1	Generelle betraktninger	70
5.2	Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap.....	73
5.3	Er dagens regelverk godt nok?	74
6	Konklusjon	77
7	Forslag til videre arbeid.....	79
	Referanseliste	81

Tabelliste

Tabell 1 - Tekniske og bygningsmessige krav til parkeringsanlegg i Norge (8;23).....	18
Tabell 2 - Tekniske og bygningsmessige krav til parkeringsanlegg i USA (28-30).....	21
Tabell 3 - Tekniske og bygningsmessige krav til parkeringsanlegg i England (32;33)	23
Tabell 4 - Tekniske og bygningsmessige krav til parkeringsanlegg på New Zealand (40;44).....	27
Tabell 5 - Viser utvikling av bredder og lengder av modellen Land Rover.	38
Tabell 6 - Viser utviklingen størrelsen på bilmodellen BMW 3 Serien i form av bredder og lengder.....	38
Tabell 7 - Viser utviklingen størrelsen på bilmodellen Volkswagen Golf i form av bredder og lengder.....	38

Figurliste

Figur 1 - Arealplan for Narvik kommune (18).....	13
Figur 2 - Nytt plankart utarbeidet ifm. detaljregulering for nye Narvik sykehus (19).	14
Figur 3 - Hierarkiet for bygningsreglene på New Zealand (41).	26
Figur 4 – Prinsippskisse av et typisk helautomatisk parkeringssystem med tre plan (50).	29
Figur 5 - Prinsippskisse av en combilift med 3 plan (53).....	31
Figur 6 - Viser en prinsippskisse av et flåteparkeringsanlegg med to rader med forskyvbare flåter (54).	32
Figur 7 - Prinsippskisse av en bilheis ned til et tradisjonelt parkeringsareal (55).	33
Figur 8 - Prinsippskisse av dreieplattform (56).....	34
Figur 9 - Grafen viser utviklingen av antall innrapporterte branttilløp ved parkeringsanlegg i England.	37
Figur 10 - Figuren viser utviklingen av biler i form av bredde, høyde og vekt (69).	39
Figur 11 - Grafen viser referansekurven for HHR for en personbil iht. studierapporten fra New Zealand (72). ..	40
Figur 12 - Grafen viser total varmeavgivelsesrate (THR) for fire biler (72).	40
Figur 13 – Vertikalt eksempel på sprinkleroppsett i et automatiske parkeringsanlegg over tre plan (77).	44
Figur 14 – Horisontalt eksempel på sprinkleroppsett i et automatiske parkeringsanlegg over tre plan (77).....	44
Figur 15 -Viser forslag til sprinkleroppsett hentet fra VdS CEA 4001(78).	45
Figur 16 – Viser et bilde fra oppsettet som ble testet av BRE Global i 2009 (79).....	46
Figur 17 - Viser det semiautomatiske parkeringsanlegget som ble brukt i forsøket (72).....	46
Figur 18 – CLG-testen etter 20 min og 59 sekunder (uten sprinkler) (79).....	47
Figur 19 – BAFSA (BRE Global) testen etter 20 min og 53 sekunder (med sprinkler) (79).	47
Figur 20 - Bildet viser skadene i den nederste bilen etter endt forsøk (79).	48
Figur 21 - Bildet viser skadene på undersiden av den øverste bilen etter endt forsøk (79).....	48
Figur 22 - Statistikk over tiltak som har stoppet brannspredning i Norge mellom 2010- 2021 (84).....	53
Figur 23 - Prinsipp for tilgang til parkeringsanlegget (77).....	54
Figur 24 – Eksempel på adkomst for slokkemannskap i automatiske parkeringsanlegg (77).....	55
Figur 25 - Figur som ble vedlagt i mailkorrespondansen med DiBK (53).	67

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

I takt med befolkningsvekst, sentralisering og fortetning stilles det stadig større krav til og nye behov for nærings- og boligareal i de store byene. Antall kvadratmeter som bygges i de største byene i Norge står ikke i stil med den økende etterspørselen. Som resultat av dette samt den økte kjøpekraften i samfunnet har kvadratmeterprisen for bolig- og næringsbygg i de største byene økt kraftig de siste tiårene. Tall fra statistisk sentralbyrå viser at prisindeksen for nye boliger i Norge har gått opp 32,4 % fra første kvartal 2015 til fjerde kvartal 2020 (1). Tilsvarende har prisindeksen for utleie av næringsareal økt med 10,1 % i perioden 2015-2019 (2). For de største byene har kvadratmeterprisen for boligbygg økt ytterligere, f.eks. har prisene i Oslo og Trondheim økt med hhv. ca. 105 % og 57 % de siste 10 årene (3;4). Utviklingen har bl.a. resultert i at det blir stadig mer fokus på effektivisering av byggeprosjekter. Denne problemstillingen har andre deler av verden vært kjent med i en årrekke, men vi begynner nå for alvor å kjenne på disse problemstillingene også her i Norge.

Som et resultat av dette settes søkelyset i større grad på innovative og tekniske løsninger som sikrer en effektiv planløsning og arealbruk. En løsning på utfordringen er bruk av automatiske og semiautomatiske parkeringsanlegg i byggeprosjektene i Norge. Anleggene er relativt kostnads- og arealeffektive og minimerer behovet for store parkeringsareal som igjen kan benyttes til andre formål. Dette har gjort at anleggene har blitt vanligere å vurdere og benytte seg av som del av norske byggeprosjekt, spesielt i de større byene der gevinsten er størst.

Automatiske parkeringsanlegg medfører også nye utfordringer tilknyttet brannsikkerhet og brannteknisk prosjektering. Mellom 2016 og 2020 har brannvesenet i Norge rapportert om totalt 4113 tilfeller av branner i personbiler (5). Til sammenligning ble det i den samme brannstatistikken rapportert om 8903 brannforløp tilknyttet kjøkken og komfyrer (5). Til tross for den høye andelen brannforløp tilknyttet personbiler er ikke norske byggeregler tilpasset og utviklet for automatiske parkeringsanlegg pr. i dag. Det skyldes ganske enkelt at bruken av slike anlegg er en relativt ny trend i Norge.

Brannteknisk medfører automatiske parkeringsanlegg en økt brannenergi da bilene parkeres tettere på et mindre areal. Videre er fremkommeligheten ofte veldig begrenset både som følge

av anleggenes utforming og garasjekjelleres naturlige utforming. Det er videre en trend for personbiler at det benyttes mer plast og brennbare materialer samt at biler med alternative energikilder som elektrisitet og hydrogen har blitt vanligere enn tidligere. Dette uten at regelverket i Norge har hensyntatt disse endringene nevneverdig.

Branntekniske utfordringer tilknyttet automatiske parkeringsanlegg påvirker spesielt brannvesenets innsatsmuligheter, men også person- og verdisikkerhet. Dersom utfordringene for brannvesenets innsats og potensielle konsekvenser ved brann sees i sammenheng med hyppigheten av bilbranner i Norge, danner det seg et risikobilde som er svært interessant å studere nærmere.

1.2 Formål

Hensikten med denne oppgaven er å synliggjøre og kartlegge utfordringer bransjen står ovenfor ved brannprosjektering av automatiske parkeringsanlegg, samt identifisere mulige tiltak ved brannprosjektering. For å definere formålet ytterligere er oppgaven videre delt inn i følgende delmål:

1. Kartlegge gjeldende regelverk for brannprosjektering av automatiske parkeringsanlegg både i Norge og utlandet.
2. Skape en oversikt over branntekniske utfordringer som økt bruk av automatiske parkeringsanlegg vil medføre samt se på mulige tiltak ved brannprosjektering.
3. Kartlegging av bransjens innstilling og formening vedr. brannsikkerhet automatiske parkeringsanlegg.
4. Konkludere og danne et grunnlag for videre arbeid med retningslinjer og veiledere tilknyttet brannprosjektering av automatiske parkeringsanlegg.

1.3 Omfang og begrensninger

Rapporten begrenses generelt til kun å omhandle de branntekniske utfordringene ved automatiske parkeringsanlegg. Hovedvekten av oppgaven vil videre ligge på semiautomatiske parkeringsanlegg og tilrettelegging for rednings- og slökkemannskap. Videre er det valgt å kun se på underjordiske parkeringsanlegg da en overordnet kartlegging av eksisterende anlegg viser at automatiske parkeringsanlegg hovedsakelig er installert i parkeringskjellere under bakken. Parkeringsanlegg i dagen og i åpne anlegg er derfor ikke vurdert. Lukkede anlegg vurderes videre som mye mer interessant i oppgavens sammenheng da de i liten grad vil kunne ventileres naturlig.

Rapporten er i all hovedsak utarbeidet basert på litteraturstudie i form av kartlegging av internasjonalt regelverk, relevant teori samt en rekke intervjuer med sentrale aktører i bransjen. Selv om de utvalgte intervjuobjektene er å regne som sentrale aktører i bransjen vil tilbakemeldinger ikke nødvendigvis dekke hele bransjens synspunkter. Det tas således høyde for at enkelte meninger og utsagn kan bære preg av personlige oppfatninger.

1.4 Oppgavens oppbygning

For å kunne presentere innholdet i rapporten på en så lettfattelig og forståelig måte som mulig er oppgaven inndelt i fem hovedkapitler. Under følger en kort og overordnet beskrivelse av hvert hovedkapittel i oppgaven.

Kapittel 2

Ulike metoder har forskjellige sterke og svake sider. Kapitlet beskriver valgt metode for oppgaven og gir en begrunnelse for valget, samt en oversikt over svakheter og styrker ved metoden. Videre presenterer kapitlet hvordan intervjuprosessen er gjennomført og gir en oversikt over hvordan litteratursøket er gjennomført og benyttet som del av rapporten.

Kapittel 3

Dette kapitlet redegjør og presenterer det teoretiske grunnlaget som ligger til grunn for oppgaven. Som del av en akademisk studentoppgave bør teorien presenteres såpass fylldig at leseren kan sette seg inn i utfordringene, og få en god forståelse uten at vedkommende har en

tung erfaring med faget på forhånd (6). Teoridelen av oppgaven er tenkt som et redskap for å gi en innsikt og et perspektiv som synliggjør problemstillingen. Som del av dette er bakgrunnsteorien vurdert innledningsvis i omfang og tematikk.

Kapittel 4

Her presenteres resultatene fra intervjuer avholdt med strategiske utvalgte personer innen branntekniske fagfelt på en oversiktlig måte.

Kapittel 5

Data og funn som er gjort med bakgrunn i intervjuene og litteratursøk drøftes og analyseres i lys av teorien og oppgavens problemstilling. Diskusjonen tar utgangspunkt i de fire delmålene som er fastsatt for oppgaven.

Kapittel 6

Det avsluttende kapittelet skal redegjøre for hva vi kan konkludere med rundt problemstillingen basert på det innsamlede grunnlagets pålitelighet og gyldighet, samt hva som eventuelt gjenstår av arbeid og kunnskap (6). Kapittelet har med andre ord som hensikt å samle trådene og forsøke å oppsummere og besvare utfordringene som gitt av delmålene i rapporten.

2 Metode

2.1 Generelt

Valg av fremgangsmåte og metode for oppgaven falt til slutt på en kvalitativ metode, i form av en blanding av intervju og litteraturstudie. En kvalitativ metode tar sikte på å fange opp meninger og opplevelser som ikke lar seg tallfeste eller måle (6). Intervju som metode velges dersom de beste svarene på spørsmålene og problemstillingene i oppgaven, besvares av prosa og ikke tall (7). Ambisjonen bak oppgaven er å komme frem til en konklusjon av en generell eller allmenngyldig karakter som vil kunne gjelde for automatiske parkeringsanlegg i sin helhet. Bakgrunnen for valgt innsamling og analyse av kvalitative opplysninger og data kan videre oppsummeres som følger:

- Hensikten med oppgaven har vært å kartlegge utfordringene og mulige tiltak for de automatiske parkeringsanleggene. Da anlegg og byggverk vil variere fra prosjekt til prosjekt, er det som del av oppgaven vurdert at en mer overordnet og kvalitativ fremgangsmåte er hensiktsmessig for å besvare problemstillingene i oppgaven.
- Kvantitative beregninger og simuleringer av et eksempelstudium er vurdert som lite hensiktsmessig da utforming og oppsett ville gitt svært mange begrensninger og stor usikkerhet.
- Byggteknisk forskrift (TEK 17) (8) som utgjør deler av kjernen i oppgaven er et funksjonsbasert regelverk som i svært liten grad legger opp til kvantitative formuleringer og funksjonskrav.
- For å oppnå en tilstrekkelig innsikt og kartlegge utfordringene ved prosjektering av automatiske parkeringsanlegg, må synspunkter fra både brannvesen, myndigheter og rådgivere kartlegges. Da det i liten grad finnes eksisterende litteratur som tar for seg de spesifikke utfordringene er intervju med relevante aktører ansett som den mest hensiktsmessige måten å innsamle informasjon.

2.2 Litteraturstudie

En litteraturstudie kan defineres som en omfattende studie og tolkning av eksisterende litteratur som omhandler et bestemt emne (9). Oppgaven baseres som tidligere nevnt ikke på en rent litteraturstudie, men det er likevel gjort et omfattende arbeid med å kartlegge tilgjengelige akademiske rapporter, forskningslitteratur og publikasjoner.

Litteraturstudier kan deles inn i to overordnede måter å kartlegge litteraturen på. De to forskjellige tilnærmingene er en tradisjonell og systematisk litteraturstudie (10). Som del av denne oppgaven er det valgt en tradisjonell tilnærming for litteraturstudiet som innebærer et fokus på bred forståelse og oversikt over problemstillingen.

Litteraturstudiet danner sammen med intervjuene rammeverket og grunnlaget for både teorien, diskusjonene og konklusjonene som presenteres i oppgaven.

Med bakgrunn i at automatiske parkeringsanlegg er relativt nytt i Norge, finnes det lite aktuell akademisk litteratur som beskriver de branntekniske utfordringene ved anleggene. Som følge av dette er litteraturstudiet brukt som en mer støttende metode til intervjuene. Det er blant annet kartlagt regelverk fra andre land, erfaringer fra parkeringsbranner og info fra leverandører, som til sammen danner et godt grunnlag for oppgaven.

2.3 Intervjuer

Formålet og bakgrunnen for kvalitative forskningsrelaterte intervju er å innhente informantenes egne erfaringer og beskrivelser av utfordringene vedrørende temaet (6). Som tidligere nevnt ble intervju som hoved metode valgt da oppgaven besvares best igjennom prosa og et helhetlig innblikk i tematikken.

Intervju som forskningsmetode kan overordnet deles inn som individuelle intervju eller gruppeintervju (11). Videre skilles det mellom ulike typer intervjustiler. Det skilles mellom følgende stiler: *strukturerte*, *semistrukturerte* eller *ustrukturerte* intervjuer (12).

Som følge av at intervjuobjektene hadde forskjellige bakgrunner og ulike erfaringer med tematikken ble det gjennomført både individuelle- og gruppeintervju. Intervju av lokale brannvesen ble gjennomført som mindre gruppeintervjuer da det var ønskelig å få med erfaring både fra beredskap og slokkemannskap så vel som branningeniører ved de forebyggende avdelingene. Intervju med rådgiver og DiBK er utført som individuelle intervjuer.

Intervjuene som ble gjennomført som del av oppgaven fulgte en semistrukturert intervjustil. Semistrukturert intervjustil er, som navnet også antyder en intervjuform der det legges opp til noen retningsgivende og ledende spørsmål som sikrer en rød tråd og sammenlignbarhet mot andre intervjuobjekter. Likevel gir intervjustilen friheten til å følge opp interessante svar og vinklinger som oppstår underveis. Stilen åpner videre for at intervjuobjekter kan tillegge informasjon og tematikk som vedkommende er opptatt og interessert i. Metoden ble valgt nettopp for å sammenligne besvarelser og synspunkter mellom de forskjellige ståstedene, men samtidig for å kunne gjøre dypdykk i besvarelsene. Da problemstillingene er relativt ferske for intervjuobjektene var det et ønske om å legge opp til noe diskusjon og refleksjon rundt spørsmålene.

Som underlag for intervjuene ble det utarbeidet en PowerPoint-presentasjon med generell info rundt problemstillingen, så vel som stikkord som beskrev enkelte utfordringer som underlag for diskusjon.

Intervjuene ble videre med samtykke fra alle deltagere tatt opp over Microsoft Teams. Dette for å forenkle prosessen med å bearbeide et møtetreferat, få med all informasjon så vel som at det ga oss mulighet til være ordentlig til stede i samtale.

Alle opptak fra intervjurundene er i ettertid slettet. Intervjuene og de påfølgende sammendragene innehar ingen sensitive personopplysninger eller annet info i strid med GDPR.

2.3.1 Valg av intervjuobjekter

Når du leter etter informanter stiller du deg spørsmål om hvem som har noe å bidra med, og hva de kan bidra med (6). Som del av intervjuundersøkelsen er det ønskelig å kartlegge flest mulig av de relevante aktørene med kompetanse om problemstillingen. Ulike intervjuobjekter vil ha forskjellige bidrag og erfaringer de vil bringe til bordet. I det innledende arbeidet med oppgaven ble derfor relevante interessenter kartlagt. Dette arbeidet resulterte i at følgende informanter anses som kritiske og viktige for å dekke hele spekteret ved problemstillingen:

1. Slokke- og redningsmannskap

Iht. Forskrift om organisering av brannvesen skal enhver kommune ha beredskap for brann og ulykker som er organisert, utrustet og bemannet for aktuelle oppgaver og rednings- og slokkearbeid i kommunen (13). Interessentene representerer slokkemannskapene og de forebyggende branningeniørene i brannvesenet i et utvalg av de største byene.

Følgende brannvesen har deltatt i intervjurundene og har bidratt til oppgaven:

Bergen brannvesen

- *Kjartan Furnes - Branningeniør, forebyggende avdeling*
- *Tommy Kristoffersen - Brannmann, beredskap*
- *Joachim Eidesund - Branningeniør, forebyggende avdeling*

Tromsø brann og redning KF

- *Dag Tore Lyseggen - Overingeniør, forebyggende avdeling*
- *Kaj Christiansen - Varabranssjef og innsatsleder*

Rogaland brann- og redning IKS

- *Lasse Grahl-Jacobsen - Fagansvarlig brannutredning*
- *Tore Magnus Andersen - Branninspektør, forebyggende avdeling*

Oslo brann- og redningsetaten

- *Tom Løvskogen – Branninspektør, beredskapsavdelingen*
- *Jan Tobias Bøckmann – Branninspektør, forebyggende avdeling*
- *Hans Martin Haveråen – Branninspektør, forebyggende avdeling*
- *Joachim Klaveness Jensen – Rådgiver, beredskapsavdelingen*

Aktuelle brannvesen er valgt strategisk og representerer et utvalg brannvesen fra områder og byer med høy kvadratmeterpris og befolkningstetthet. Dette da disse intervjuobjektene således ble vurdert å kunne besitte mest mulig aktuell erfaring og kunnskap rundt automatiske garasjelegger.

2. Direktoratet for byggkvalitet

Jurister og ansatte ved direktoratet for byggkvalitet (DiBK) gir et innblikk og synspunkter fra bygningsmyndighetene. Dette vil gi innblikk i ønsket sikkerhetsnivå ved brannprosjektering av byggverk, inkl. automatiske garasjelegger.

Fra DiBK har sjefsingeniør Vidar Stenstad gitt verdifull innsikt til oppgaven gjennom svar på telefon og e-postkorrespondanse.

3. **Prosjekterende og rådgivende ingeniører for brannsikkerhet (RIBr)**

Brannrådgivere representerer de prosjekterendes side av problemstillingen. Det er rådgivere som iht. Byggesaksforskriften (SAK10) (14) erklærer ansvar for de valgte branntekniske løsningene og tiltakene som legges til grunn ved prosjektering av automatiske garasjeanlegg.

For å dekke oppgaven fra de rådgivende branningeniørens side har følgende personer blitt intervjuet som del av oppgaven:

Sweco Norge AS og Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF)

- *Leif Tore Isaksen – Fagsjef i Sweco Norge AS og leder for RIFs ekspertgruppe for brannsikkerhet.*

Intervjuobjektet har solid erfaring innen brannteknisk prosjektering og har blant annet vært engasjert som 3.partskontrollør for SINTEF ifm. produktsertifisering samt ekstern foreleser og fagsensor ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Med lang fartstid som rådgiver og leder av RIFs ekspertgruppe for brannsikkerhet, anses intervjuobjektet å kunne gi tilstrekkelig informasjon fra et rådgiverperspektiv.

2.4 Kildekritikk

Ved både litteraturstudiet og intervjuene er kildene og kildematerialet vurdert ift. troverdighet, pålitelighet og objektivitet. Kildekritikken som er vist som del av denne oppgaven er basert på definisjonen og metoden som er angitt i det Store norske leksikon (15). Metoden kan forenklet oppsummeres med to kritiske spørsmål som bør stilles i hvert tilfelle:

1. Hvem er kilden, og hvilket ståsted har vedkommende?
2. Hvor troverdig er påstandene og svarene?

Det vil tydelig fremkomme igjennom oppgaven hvor de ulike kildene har bidratt. Dette er spesielt viktig for at leseren kan gjøre seg opp en egen mening og reflektere rundt relevans og gyldighet av kildene presentert i oppgaven (6).

Refleksjoner rundt kildebruk og intervjumetode

Intervjuene ble gjennomført over Microsoft Teams som følge av koronapandemien og som følge av intervjuobjektens ulike lokasjoner. En ulempe med å gjennomføre intervjuene over nettet er at kroppsspråk og ansiktsuttrykk i mindre grad plukkes opp. En annen mulig negativ faktor med intervjuene er at det ble gjennomført med en semistrukturert stil som medfører at intervjuobjektene ble gitt muligheter til å være med på å styre intervjuet. Dette kan videre medføre at intervjuobjektene fikk en mulighet til å styre unna temaer og vinklinger som de ikke ønsket å gå nærmere inn på.

Som nevnt i introduksjonen til oppgaven er automatiske parkeringsanlegg relativt nytt, noe både intervjuene og litteratursøket viste. I ett forsøk på å kompensere for ovenforstående svakheter ble det utført en rekke intervjuer med interessenter med relativ lik bakgrunn.

3 Teori

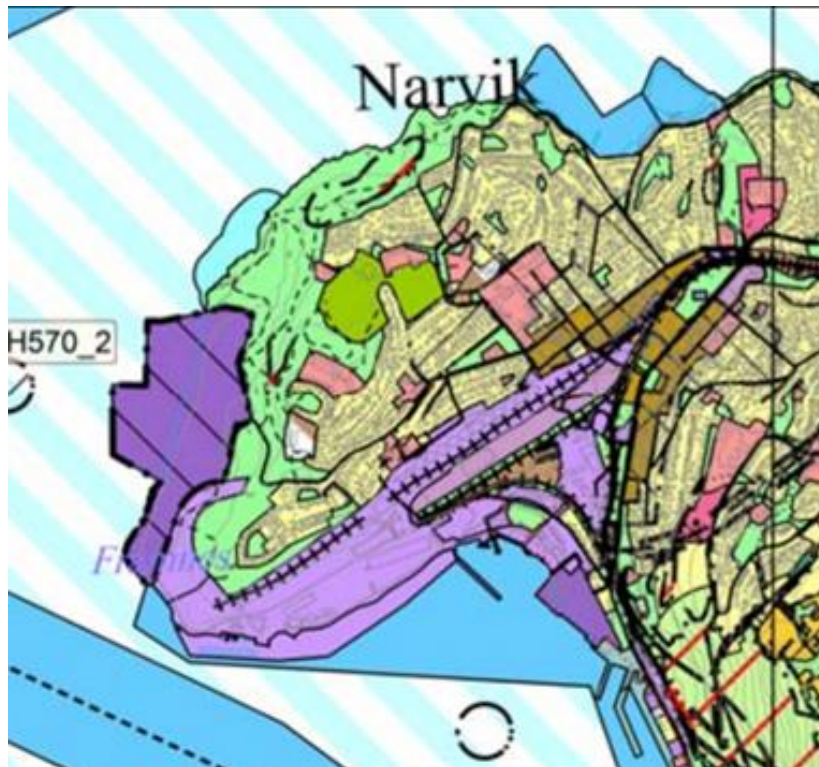
Innledningsvis gis det en kort introduksjon til prosjekteringsprosessene som typisk inngår fra planlegging til et ferdig byggverk og bruksfase. Dette for å gi et innblikk i hvordan byggverk planlegges og prosjekteres. Videre i kapittelet presenteres lover og regler for brannteknisk prosjektering i Norge og utlandet samt ulike typer automatiske parkeringsanlegg og relevant brannteori.

3.1 Prosjekteringsprosessen

Prosjektering i et byggeprosjekt innebærer planlegging av det ferdige byggverket. Dette arbeidet omfatter blant annet utarbeidelse av beskrivelser, tegninger og beregninger som underlag for utførelsen (den fysiske byggingen) (16). Mange tenker gjerne på den tekniske fagprosjekteringen, for eksempel konstruksjonssikkerhet, elektro, VVS, brann etc., som den typiske prosjekteringen som inngår når et byggverk planlegges. Før disse fagene blir engasjert som rådgivere i et prosjekt, er det som regel lagt ned et godt stykke arbeid på forhånd.

3.1.1 Planfasen

Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) bestemmer hvordan landets arealer skal brukes og reguleres (17). I plan- og bygningsloven § 11-1 stilles det krav om at alle kommuner skal ha en kommuneplan som omfatter en *samfunnsdel* og en *arealdel* (17). Samfunnsdelen av kommuneplanen angir mål og føringer for utvikling av kommunesamfunnet som helhet. Dette innebærer for eksempel beskrivelse av utbyggingsplaner i takt med forventet befolkningsvekst i den aktuelle kommunen. I kommuneplanens arealdel fastsettes arealdisponeringen i kommunen som innebærer hva kommunens arealer skal kunne brukes til. Dette fremstilles på et overordnet nivå i et plankart med tilhørende bestemmelser og planbeskrivelse, noe som gjør kommunenes videre arbeid med detaljerte planer enklere. Figur 1 viser eksempel på arealplanen for Narvik kommune. Fargekodene i arealplanen angir ulike arealformål og hensynssoner.



Figur 1 - Arealplan for Narvik kommune (18)

Arealplaner utarbeides på et overordnet nivå for hele kommunen og under disse finnes det reguleringsplaner som er avgrenset til konkrete områder i kommunen. Det finnes to ulike typer reguleringsplaner; område- og detaljregulering. Områderegulering utarbeides av kommunen for å sikre en helhetlig utvikling av et område eller en bydel. Detaljregulering omfatter videre et mindre område eller en konkret tomt og har tilhørende reguleringsbestemmelser (vedtekter) med føringer på hvordan det kan bygges på tomten. Dette innebærer f.eks. maksimalt tillatte byggehøyder, parkeringsdekning, bevaring av grøntområder, brannoppstillingsplasser og slokkevannsdekning osv. Siden detaljreguleringsplaner ofte omfatter arealer/tomter som eies av privatpersoner eller private aktører, kan disse personene selv utarbeide reguleringsforslag hvis de fremtidige planene avviker fra gjeldende regulering eller ikke er regulert tidligere.

Den som ønsker å detaljregulere et område eller en tomt, søker som regel profesjonell hjelp hos arkitekter og arealplanleggere/byplanleggere til å utforme et planforslag. Det er ofte i detaljreguleringsfasen rådgivende ingeniør også introduseres for prosjektet. I denne fasen utføres det en overordnet faglig vurdering mot gjeldende lover og regler, slik at tiltakshaveren som fremmer reguleringsplanforslaget kan ivareta dette og samtidig være trygg på at det som sendes til kommunen er mest mulig riktig. Figur 2 viser detaljreguleringskart for Narvik sykehus.



Figur 2 - Nytt plankart utarbeidet ifm. detaljregulering for nye Narvik sykehus (19).

Arbeid med nye reguleringsplaner er en tidkrevende prosess. I tillegg til forslagsstillerens eget arbeid med planforslaget må lovpålagte krav i plan- og bygningsloven følges. Dette innebærer blant annet at planforslaget skal sendes på høringsuttalelse og legges ut til offentlig ettersyn i minst seks uker jf. plan- og bygningsloven § 12-10 (17). Det kan ta opptil flere måneder fra kommunen mottar en komplett søknad fra forslagsstiller, til denne fremmes og legges ut til offentlig ettersyn. Offentlig ettersyn innebærer at plandokumenter gjøres tilgjengelige på kommunens nettsider, og at alle som ønsker kan sende sine innspill og merknader til planforslaget. Når høringsfristen for offentlig ettersyn har utløpt vil kommunen og forslagsstiller behandle alle innkomne innspill med en 12-ukers frist. Når forslaget til reguleringsplanen er ferdigbehandlet sendes det videre til kommunestyret (politikerne) for vedtak. Kommunestyret må treffe et vedtak senest 12 uker etter at planforslaget er ferdigbehandlet jf. plan- og bygningsloven § 12-12 (17). Når detaljreguleringsplanen er vedtatt av kommunestyret vil planfasen være avsluttet.

3.1.2 Byggesaksfasen

Byggesaksfasen er fasen etter planfasen. Dersom det planlagte byggeprosjektet er i tråd med gjeldende detaljregulering for et område eller en tomt, kan utbyggeren velge å gå rett til denne fasen.

I byggesaksfasen samarbeider utbyggeren med sin prosjekteringsgruppe bestående av arkitekt og rådgivende ingeniører og evt. andre mot en komplett byggesøknad. Tidlig i denne fasen avholdes det ofte en forhåndskonferanse (avklaringsmøte) for å avklare forutsetninger og rammer for det planlagte byggeprosjektet mellom tiltakshaver og plan- og bygningsmyndighetene (kommunen). Søknadspåklagte tiltak behandles vanligvis i to trinn; rammetillatelse og igangsettingstillatelse (IG), men det er også mulig å søke om ramme- og igangsettingstillatelse under ett (ettrinnsøknad) (20).

I byggesaksfasen konkretiseres byggeprosjektet gjennom spesifikk fagprosjektering. Et byggeprosjekt vil i denne fasen bestemme seg for om et parkeringsanlegg skal være automatisk eller ikke, fordi dette vil ha betydning for søyleplasseringer og generell utforming av parkeringsanlegget. Det er også i denne fasen at brannrådgiveren i prosjektet gjør de nødvendige avklaringene med brannvesenet mht. tilrettelegging for rednings- og slokkeinnsats. I samarbeid med arkitekt og tekniske rådgivere vil brannrådgiveren deretter implementere løsningene, slik at tilfredsstillende innsatsforhold for brannvesenet i det planlagte byggeprosjektet blir ivaretatt.

Det planlagte byggeprosjektet må få godkjent en byggesøknad hos den aktuelle kommunen før det fysiske byggearbeidet kan påbegynnes. Prosjekteringen som gjøres i byggesaksfasen er derfor nødvendig for å kunne levere en komplett byggesøknad. Når prosjekteringen er ferdig og de prosjekterende har signert sine respektive samsvarserklæringer som er dokumentasjon på at prosjekteringen oppfyller myndighetskrav, kan prosjektet søke om en igangsettingstillatelse (IG). Dette gjøres normalt av ansvarlig søker (SØK) i byggeprosjektet, som er tiltakshavers representant overfor byggesaksmyndighetene (20). I stedet for å søke om igangsettingstillatelse for hele tiltaket, er det mulig å dele opp IG-søknadene for deler av tiltaket. Eksempelvis kan det søkes om separate igangsettingstillatelser for rivearbeider, arbeid med grunn og fundamentering, oppføring av råbygg m.m. Oppdeling i ulike igangsettingstillatelser vil som regel være tidsbesparende for prosjektet, fordi all annen prosjektering som ikke påvirker det omsøkte arbeidet, kan foregå parallelt.

Plan- og bygningslovens byggesaksdel (fjerde del) utfylles av tilhørende forskrift om byggesak (SAK10) (14). Byggesaksforskriften er regelverket kommunene bruker i sin byggesaksbehandling. Formålet med byggesaksforskriften er å sikre oppføring av kvalitativt gode og trygge byggverk (21). Dette sikres blant annet gjennom å påse at foretak og aktører i det aktuelle byggeprosjektet har den riktige kompetansen, ved å stille krav om uavhengig kontroll (tredjepartskontroll) og føre tilsyn i den konkrete byggesaken. Byggesaksbehandlingen er en prosess som skal tilpasses den enkelte byggesaks kompleksitet og omfang (21). Enklere tiltak på for eksempel bebygd eiendom kan være unntatt fra byggesaksbehandling iht. plan- og bygningsloven § 20-5 (17).

3.1.3 Byggefasesen

Når igangsettingstillatelse er gitt av kommunen kan det fysiske arbeidet på byggeplassen starte. Utførelse blir ansvarsbelagt på samme måte som prosjektering og betyr at erklæringer om ansvarsrett fra de ulike utførende må være innsendt til kommunen, før arbeidet kan påbegynnes. Videre skal utførende levere samsvarserklæringer på samme måte som prosjekterende som dokumentasjon på at byggearbeidet er utført iht. prosjekteringen. Når ansvarlig søker har mottatt alle samsvarserklæringer og eventuelle kontrollerklæringer, kan byggeprosjektet søke om ferdigattest. Dersom det gjenstår mindre arbeider som må avventes utført, kan det søkes om midlertidig brukstillatelse. Dette kan for eksempel være opparbeidelse av utomhusarealer m.m.

En byggesak avsluttes først når ferdigattest er gitt av kommunen.

3.2 Lover, forskrifter og veiledninger (regelverk)

3.2.1 Norge

Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) med tilhørende forskrifter regulerer bygge- og anleggsvirksomheten i Norge. For bygningsmessige tiltak som er søknadspliktige, skal prosjekteringen og utformingen av tiltak utføres iht. Forskrift om tekniske krav til byggverk (8). Byggteknisk forskrift (TEK17) som har hjemmel i plan- og bygningsloven har som formål å sikre at «tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi» (8). Forskriften er funksjonsbasert, noe som innebærer at forskriftskravene beskriver ulike funksjonskrav. Funksjonskravene angis hovedsakelig kvalitativt, men inneholder også i enkelte tilfeller kvantitative ytelser. Funksjonskravene er *minimumskrav* som må oppfylles av de ansvarlig prosjekterende (22). Funksjonskravene i byggteknisk forskrift (TEK17) kan kun avvikes dersom det aktuelle byggeprosjektet har søkt og fått innvilget en dispensasjon av kommunen.

Veiledning om tekniske krav til byggverk (VTEK) (23) angir preaksepterte ytelser som ivaretar funksjonskravene i byggteknisk forskrift (TEK17). De preaksepterte ytelsene kan benyttes direkte av prosjekterende for å oppfylle forskriftskravene som del av en forenklet prosjektering, eller som et referansenivå for dokumentasjon av alternative løsninger (analyteløsninger) som fraviker de preaksepterte ytelsene. Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) har ansvaret for utgivelse og oppdatering av veiledningen (VTEK).

Kapittel 11. *Sikkerhet ved brann* i byggteknisk forskrift (TEK17) (8) omhandler branntekniske krav til byggverk. Kapitlet har 17 underkapitler og i tabell 1 er både tekniske og bygningsmessige krav for parkeringsanlegg oppsummert.

Tabell 1 - Tekniske og bygningsmessige krav til parkeringsanlegg i Norge (8;23).

Byggteknisk forskrift (TEK17)	Veiledning om tekniske krav til byggverk (VTEK)
<p>§ 11-8. Brannceller</p> <p>(1) Brannceller skal være utført slik at de forhindrer spredning av brann og branngasser til andre brannceller i den tiden som er nødvendig for rømning og redning.</p>	<p><u>M. Garasje i byggverk for annet formål</u></p> <p>En bilbrann kan utvikle svært store røykmengder og dermed være en vesentlig risiko for sikkerheten til de menneskene som oppholder seg i byggverket.</p> <p>Skillet mellom garasje og andre deler av byggverket må derfor utføres, slik at faren for spredning av brann og røyk til andre deler av byggverket reduseres til et akseptabelt nivå.</p> <p>Parkeringskjellere og automatiske garasjeanlegg er behandlet i § 11-17.</p> <p>Preaksepterte ytelser</p> <ol style="list-style-type: none"> Garasje med bruttoareal over 50 m² til og med 400 m², må være skilt fra resten av byggverket med bygningsdeler med brannmotstand minst EI 60 [B 60]. Garasjer med større bruttoareal enn 400 m² må være skilt fra resten av byggverket med bygningsdeler med brannmotstand minst EI 90 A2-s1,d0 [A 90]. <p><u>N. Rom som forbinder garasje og rom for annet formål</u></p> <p>Preaksepterte ytelser</p> <ol style="list-style-type: none"> For å hindre spredning av eksos og røyk må det være et mellomliggende rom mellom garasje og rømningsvei, og mellom garasje og oppholdsrom (boligrom, husdyrrom og lignende). For å hindre spredning av eksos og røyk må det være et mellomliggende rom mellom garasje og rømningsvei, og mellom garasje og oppholdsrom (boligrom, husdyrrom og lignende). For å hindre spredning av eksos og røyk må det være et mellomliggende rom mellom garasje og rømningsvei, og mellom garasje og oppholdsrom (boligrom, husdyrrom og lignende).
<p>§ 11-17. Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap</p> <p>(2) Byggverk skal tilrettelegges slik at en brann lett kan lokaliseres og bekjempes.</p>	<p><u>A. Generelt</u></p> <p>Preaksepterte ytelser</p> <ol style="list-style-type: none"> Kjeller må ha god tilgjengelighet som sikrer brannvesenet lett atkomst for å kunne utføre rask og effektiv slokking. Plan under øverste kjellergulv må være tilgjengelig for brannvesenet uavhengig av byggverkets rømningsveier slik at brannvesenets innsats ikke vanskeliggjør rask rømning. Følgende må minst være oppfylt: <ol style="list-style-type: none"> Brannvesenets angrepsvei må være skilt fra resten av byggverket med bygningsdeler som har brannmotstand minst EI 60 A2-s1,d0 [A 60]. Dersom en kjeller inneholder to eller flere brannseksjoner, må det være minst én angrepsvei til hver brannseksjon. Dersom en kjeller inneholder to eller flere brannseksjoner, må det være minst én angrepsvei til hver brannseksjon. <p><u>B. Parkeringskjellere</u></p> <p>Branner i større parkeringskjellere har vist seg vanskelig å håndtere for brannvesenet. Det er derfor behov for særskilte tiltak for å tilrettelegge for rednings- og slokkeinnsats på slike steder.</p> <p>Røykventilasjon av parkeringskjeller er et tiltak for å tilrettelegge for rednings- og slokkeinnsats. Røykventilasjon erstatter derfor ikke brannalarmanlegg eller automatisk slokkeanlegg.</p> <p>Ventilasjonsanlegg i parkeringskjellere kan forrigles med og aktiveres av detektorer som hindrer at innholdet av eksos, bensindamp og brennbare gasser blir skadelig høyt eller slik at det oppstår eksplosive gassblandinger i rommet. Ved kontinuerlig luftstrøm i rommet kan slike detektorer plasseres i nærhet til rommets utluftsåpning.</p>

	<p><i>Mekanisk røykventilasjon kan med fordel også fungere som normalventilasjon. Der normal ventilasjon er tilstrekkelig kan denne utføres og aktiveres slik at den bidrar til utlufting av røyk og branngasser.</i></p> <p><i>For store parkeringskjellere med mange angrepsveier kan det utenfor disse monteres røde strobelys som viser nærmeste angrepsvei på røykfri side av brann i parkeringskjelleren.</i></p> <p>Preaksepterte ytelser</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>I parkeringskjellere som har bruttoareal mindre enn 400 m² eller har et automatisk sprinkleranlegg, er det tilstrekkelig med normal ventilasjon (klima- og eksosventilasjon).</i> 2. <i>Parkeringskjellere uten automatisk sprinkleranlegg og med bruttoareal større enn 400 m² må ha røykventilasjon. Dette kan være termisk røykventilasjon, eller mekanisk røykventilasjon basert på lateralt eller langsgående ventilasjonsprinsipp.</i> 3. <i>Mekanisk røykventilasjon må ha ventilasjonsretning vekk fra inn- og utkjøringsrampe til parkeringskjelleren og til røykutkast i motsatt ende av rommet. Røykutkast må plasseres slik at røykspredning til overliggende byggverk unngås i størst mulig grad.</i> 4. <i>Røykventilasjonen må dimensjoneres slik at det oppnås en lufthastighet i alle deler av rommet som hindrer tilbakestrømming av brannrøyk, normalt minst 1,0 meter per sekund.</i> 5. <i>Antall og plassering av brannvesenets angrepsveier til parkeringskjeller må være slik at alle deler av parkeringskjelleren kan nås med maksimalt 50 meter slangeutlegg fra angrepsvei. Dersom en kjeller inneholder to eller flere brannseksjoner, må det være minst én angrepsvei til hver brannseksjon.</i> 6. <i>Angrepsvei må være uavhengig av rømningsveier. Unntak gjelder rømningsveier som bare betjener parkeringskjeller dersom parkeringskjelleren har automatisk sprinkleranlegg.</i> 7. <i>Det må være en egen branncelle mellom heissjakt og parkeringskjeller. Denne branncellen kan ikke være en del av brannvesenets angrepsvei. For parkeringskjeller over 400 m² må branncellen utføres som brannsluse.</i> 8. <i>Angrepsveier (trapperom) til parkeringskjellere med plan under øverste kjellergulv må ha brannsluse med tørropplegg for slokkevann på hvert plan.</i> 9. <i>Angrepsvei må være skilt fra resten av byggverket med murte eller støpte bygningsdeler med brannmotstand minst EI 60 A2-s1,d0 [A 60].</i> 10. <i>På vegg ved inn- og utkjøringsrampe og i alle angrepsveier må det være en lett synlig orienteringsplan for parkeringskjelleren. Planen må inneholde nødvendig informasjon om brannskillende bygningsdeler, rømnings- og angrepsveier, slokkeutstyr og branntekniske installasjoner (alarm- og slokkeanlegg).</i> <p>C. Automatiske garasjeanlegg</p> <p><i>Et automatisk garasjeanlegg er et lukket og kompakt anlegg som ikke er tilgjengelig for publikum. I automatiske garasjeanlegg vil ikke røykdykkerinnsats kunne gjennomføres uten vesentlig fare for rednings- og slokkemannskap.</i></p> <p>Preaksepterte ytelser</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Automatiske garasjeanlegg må ha egnet automatisk slokkeanlegg med minst 60 minutters operasjonstid.</i> 2. <i>Det må innhentes informasjon fra brannvesenet om behov for tilgjengelighet og tilrettelegging for slokkemannskaper.</i>
--	--

Utover byggt teknisk forskrift (TEK17) og tilhørende veiledning (VTEK), har mange brann- og redningsvesen etter hvert utarbeidet sine egne veiledere for bruk i byggesaker mht. tilrettelegging for rednings- og slokkemannskaper.

3.2.2 USA

Byggereglene i USA vedtas av lokale bygningsmyndigheter på delstatsnivå eller av den enkelte kommunen. Den mest utbredte praksisen i dag er å vedta anerkjente bygningskoder og standarder som bygningslover med eventuelle lokale tilpasninger. Delstatene og kommunene kan i praksis ha sine helt egne byggeregler, noe som også var vanlig tidligere. I dag er det bare Chicago som har sitt unike sett med byggeregler i form av *The Chicago Construction Codes* (24).

Det er to forskjellige sett med bygningskoder som hovedsakelig benyttes mht. brannsikkerheten i byggverk. *The International Building Code* (IBC) er en bygningskode som utgis av *International Code Council* (ICC). Bygningskoden IBC omhandler krav til bygningen mens tilhørende bygningskode, *The International Fire Code* (IFC), for det meste omhandler brannsikkerhet i bruksfasen. Den andre anerkjente utgiveren av bygningskoder for brannsikkerhet er *National Fire Protection Association* (NFPA).

NFPA og ICC har tidligere prøvd å samarbeide om felles bygningskoder for brannsikkerhet, uten at dette samarbeidet førte frem. Bygningskodene til ICC er vedtatt som byggeregler som helhet eller delvis i samtlige delstater i landet, mens tallene for NFPA er en god del lavere (25). I Norge kjenner vi likevel best til bygningskodene fra NFPA fordi det blant annet er henvist til organisasjonen i VTEK (23). NFPA har over 300 bygningskoder og standarder for brannsikkerhet, hvorav de mest generelle er NFPA 1: *Fire Code* og NFPA 101: *Life Safety Code* (26) samt NFPA 5000: *Building Construction and Safety Code* (27). Mesteparten av de øvrige bygningskodene og standardene er mer spesifikke og blant disse finner man NFPA 88A: *Standard for Parking Structures* (28). NFPA 88A angir som navnet antyder spesifikke krav til parkeringsanlegg.

I tabell 2 er tekniske og bygningsmessige krav for parkeringsanlegg oppsummert fra både *International Code Council* (ICC) og *National Fire Protection Association* (NFPA).

Tabell 2 - Tekniske og bygningsmessige krav til parkeringsanlegg i USA (28-30)

2021 International Building Code (IBC) og 2021 International Fire Code (IFC)
<u>Parkeringskjellere generelt:</u>
<u>[IBC] 406.6 Enclosed parking garages.</u> Enclosed parking garages shall comply with Sections 406.2, 406.4 and 406.6.
<u>[IBC] 406.6.2 Ventilation.</u> A mechanical <i>ventilation</i> system and exhaust system shall be provided in accordance with Chapters 4 and 5 of the <i>International Mechanical Code</i> .
<u>[IBC] [F] 406.6.3 Automatic sprinkler system.</u> An enclosed parking garage shall be equipped with an <i>automatic sprinkler system</i> in accordance with Section 903.2.10.
<u>Automatiske parkeringsanlegg:</u>
<u>[IBC] 406.6.4 Mechanical-access enclosed parking garages.¹</u> Mechanical-access enclosed parking garages shall be in accordance with Sections 406.6.4.1 through 406.6.4.4.
<u>[IBC] 406.6.4.1 Separation.</u> Mechanical-access enclosed parking garages shall be separated from other occupancies and accessory uses by not less than 2-hour fire barriers constructed in accordance with Section 707 or by not less than 2-hour horizontal assemblies constructed in accordance with Section 711, or both.
<u>[IBC] 406.6.4.2 Smoke removal.</u> A mechanical smoke removal system, installed in accordance with Section 910.4, shall be provided for all areas containing a mechanical-access enclosed parking garage.
<u>[IBC] 406.6.4.3 Fire control equipment room.</u> Fire control equipment, consisting of the fire alarm control unit, mechanical ventilation controls and an emergency shutdown switch, shall be provided in a room located where the equipment is able to be accessed by the fire service from a secured exterior door of the building. The room shall be not less than 50 square feet (4.65 m ²) in area and shall be in a location that is approved by the fire code official.
<u>[IBC] 406.6.4.3.1 Emergency shutdown switch.</u> The mechanical parking system shall be provided with a manually activated emergency shutdown switch for use by emergency personnel. The switch shall be clearly identified and shall be in a location approved by the fire code official.
<u>[IBC] 406.6.4.4 Fire department access doors.</u> Access doors shall be provided in accordance with Section 3206.7 of the International Fire Code.

¹ MECHANICAL-ACCESS ENCLOSED PARKING GARAGE. An enclosed parking garage that employs parking machines, lifts, elevators or other mechanical devices for vehicle moving from and to street level and in which public occupancy in the garage is prohibited in all areas except the vehicle access bay.

MECHANICAL-ACCESS OPEN PARKING GARAGES. Open parking garages employing parking machines, lifts, elevators or other mechanical devices for vehicles moving from and to street level and in which public occupancy is prohibited above the street level.

[IBC] [F] 903.2.10 Group S-2 parking garages.

An automatic sprinkler system shall be provided throughout buildings classified as parking garages where any of the following conditions exists:

1. Where the fire area of the enclosed parking garage in accordance with Section 406.6 exceeds 12,000 square feet (1115 m²).
2. Where the enclosed parking garage in accordance with Section 406.6 is located beneath other groups.
Exception: Enclosed parking garages located beneath Group R-3 occupancies.
3. Where the fire area of the open parking garage in accordance with Section 406.5 exceeds 48,000 square feet (4460 m²).

[IBC] [F] 903.2.10.1 Commercial parking garages.

An automatic sprinkler system shall be provided throughout buildings used for storage of commercial motor vehicles where the fire area exceeds 5,000 square feet (464 m²).

[IBC] [F] 903.2.10.2 Mechanical-access enclosed parking garages.

An approved automatic sprinkler system shall be provided throughout buildings used for the storage of motor vehicles in a mechanical-access enclosed parking garage. The portion of the building that contains the mechanical-access enclosed parking garage shall be protected with a specially engineered automatic sprinkler system.

[IBC] [F] 905.3.1 Height.

Class III standpipe systems shall be installed throughout buildings where any of the following conditions exist:

1. Four or more stories are above or below grade plane.
2. The floor level of the highest story is located more than 30 feet (9144 mm) above the lowest level of fire department vehicle access.
3. The floor level of the lowest story is located more than 30 feet (9144 mm) below the highest level of fire department vehicle access.

NFPA 88A: Standard for Parking Structures (28)

6.4 Fire Sprinkler Systems.

6.4.2 Automatic sprinkler system shall be installed in enclosed parking structures located at or above grade, or within or immediately below a building used for another occupancy.

6.5 Standpipes.

6.5.1 Parking structures exceeding a height of 15 m (50 ft) or having parking levels below grade shall be provided with a Class I standpipe system in accordance with NFPA 14.

9.2 Automated-Type Parking Structures.

9.2.2 Access for Fire Service and Maintenance Personnel.

9.2.2.2 Horizontal walkways for access shall be provided at intervals of 6 m vertically and 30 m horizontally.

9.2.2.3 Travel distance to the exterior or to an enclosed stair shall not exceed 122 m.

9.2.3 Ventilation. An enclosed automated-type parking structure shall be provided with a ventilation system that continuously provides a minimum of two air changes per hour.

9.2.4 Fire Protection Systems.

9.2.4.1 An automatic sprinkler system shall be installed in an automated mechanical-type parking structure in accordance with NFPA 13.

9.2.4.2 Standpipes shall not be required in automated-type parking structures.

9.2.4.3 Fire alarm systems shall not be required in automated-type parking structures.

3.2.3 England

I England har regjeringen ved departementet *Ministry of Housing, Communities and Local Government* (MHCLG) det overordnede ansvaret for byggeforskriftene. *The Building Regulations Advisory Committee* (BRAC) er forvaltningsorganet (direktorat) for bygningsreglene i England (31), på samme måte som Direktoratet for byggkvalitet (DIBK) i Norge. Gjeldende byggeforskrift, *The Building Regulations 2010* (32), gjelder for byggarbeider på både nye- og eksisterende byggverk. Det finnes et sett med veiledninger til byggeforskriften kalt «*approved document*», som beskriver preaksepterte løsninger for å ivareta forskriftskravene. Veiledningen kan på samme måte som i Norge fravikes og angir minimumsnivået i form av preaksepterte løsninger som bygningsmyndighetene forventer skal bli ivaretatt. De er til sammen 16 ulike veiledninger (approved documents) til gjeldende byggeforskrift og disse er inndelt i ulike hovedtemaer. *Approved Document B (fire safety) volume 1-2* omhandler brannsikkerhet, hvorav volume 1 omfatter boliger og volume 2 alle andre typer byggverk (33). I tabell 3 oppsummeres relevante forskriftskrav og preaksepterte løsninger mht. parkeringskjellere og tilrettelegging for brannvesen.

Tabell 3 - Tekniske og bygningsmessige krav til parkeringsanlegg i England (32;33)

Byggeforskrift - <i>The Building Regulations 2010</i>	Veiledning - <i>Approved Document B (fire safety)</i>
<p>Requirement B5: Access and facilities for the fire service</p> <p>(1) <i>The building shall be designed and constructed so as to provide reasonable facilities to assist fire fighters in the protection of life.</i></p> <p>(2) <i>Reasonable provision shall be made within the site of the building to enable fire appliances to gain access to the building.</i></p>	<p><u>Volume 1 (boligbygninger)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Det skal være egne innsatsveier (trapperom og evt. brannheis) med brannsluse til parkeringskjellere med;</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Kjellerplan mer enn 10 m under terrengnivå inkl. brannmannsheis.</i> - <i>To eller flere kjellerplan med areal over 900 m² per plan.</i> • <i>Parkeringskjellere skal tilrettelegges for utlufting av brann- og røkgasser med unntak av kjellerplan inntil 3 m under terreng med areal på høyst 200 m².</i> <p><i>Termisk utluftingsareal skal være minst 1/40 av gulvarealet i det røykventilerte rommet, og åpningene skal være jevnt fordelt.</i></p> <p><i>I parkeringskjellere med sprinkleranlegg kan det benyttes mekanisk røykavsug istedenfor termisk utlufting. Mekanisk røykventilasjon skal dimensjoneres for minst 10 luftvekslinger/time og røykgasstemperaturer på 300 °C.</i></p> <p><i>Utluftingsluker eller kanaler for røykventilasjon skal utføres i ubrennbare materialer (Euroklasse A1).</i></p> <p><u>Volume 2 (øvrige bygninger)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Egne innsatsveier (trapperom og evt. brannheis) med brannsluse til kjellere som beskrevet for boligbygninger.</i> • <i>Parkeringskjellere skal tilrettelegges med termisk eller mekanisk røykventilasjon tilsvarende som boligbygninger.</i>

3.2.4 Danmark

Byggeloven (34) med tilhørende forskrift *Bygningsreglementet* (BR 18) regulerer kravene til byggverk i Danmark (35). Bygningsreglementet (BR 18) utgis av Bolig- og Planstyrelsen (BPST) og er inndelt i følgende hovedkapitler:

- Kapittel 1 (§ 1 - § 47): *Administrative forhold og søknader mv.,*
- Kapittel 2 - 22 (§ 48 - § 452): *Tekniske krav* (tilsvarende TEK 17).
- Kapittel 23 - 35 (§ 453 - § 563) *Øvrige bestemmelser* (tilsvarende SAK10).
- Kapittel 36 - 37 (§ 564 - § 565) *Straff og ikrafttredelse.*

Branntekniske krav er tilknyttet og angitt i kapittel 5 i Bygningsreglementet (35). På lik linje med det norske regelverket er det danske også et funksjonsbasert regelverk, med preaksepterte ytelser beskrevet i veiledningen til BR 18, kap 5.

Det danske regelverket omhandler ikke automatiske parkeringsanlegg spesifikt, til tross for at det finnes en rekke slike anlegg også i Danmark, ifølge fagsjef for Brann og Sikkerhet i Sweco Danmark. Prosjektering av automatiske parkeringsanlegg og andre typer byggverk som ikke er omhandlet i BR 18 forutsettes i hovedsak å bli plassert og prosjektert iht. brannklasse 4. Dette er sammenlignbart med det norske regelverket, der VTEK heller ikke gir noen preaksepterte ytelser for byggverk i brannklasse 4.

Brannklasse 4 medfører at behovet for beskyttelse og sikkerhetsnivået for objektet ikke vanligvis er dekket av preaksepterte løsninger i VTEK 17 (23). Samtlige valgte løsninger må derfor begrunnes og dokumenteres å være tilstrekkelige ift. overordnet funksjonskrav og sikkerhetsnivå. Det er dermed ikke sagt at preaksepterte ytelser ikke kan benyttes, men løsningene må som nevnt dokumenteres tilstrekkelige og relevante. Ved slike vurderinger må følgende forhold som et minste krav vurderes særskilt (23):

- a) Sannsynlige brannforløp og brannscenarioer.
- b) Potensielle konsekvenser ved et brannforløp, både for person- og verdisikkerhet.
- c) Anleggets og byggverkets kompleksitet.
- d) Påliteligheten til tekniske tiltak og den generelle brannsikkerhetsstrategien.

Tiltakene må videre samlet vurderes opp mot hverandre ift. uavhengighet og helhet.

Brannklasse 4 stiller således et mye større krav til dokumentasjonen av brannprosjekteringen. Som følge av at danskene som utgangspunkt prosjekterer automatiske garasjeanlegg i brannklasse 4, er det vanskelig å oppsummere vanlige tiltak og danskernes sikkerhetsnivå.

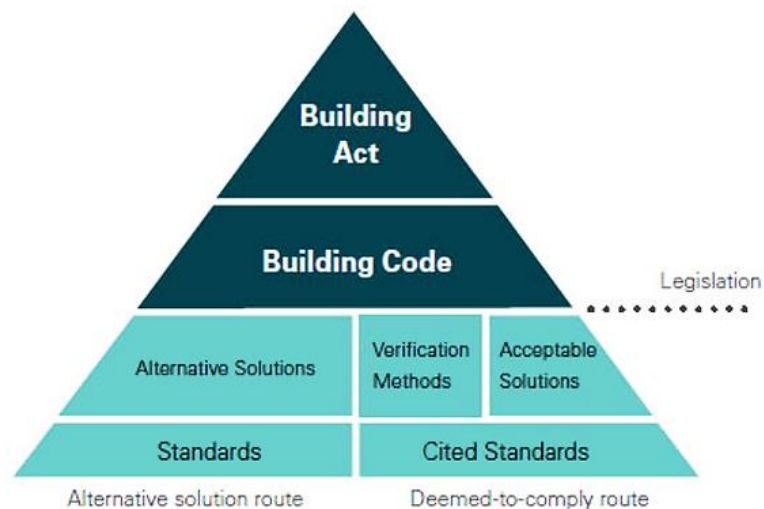
Etter samtaler med Swecos fagsjef for brann og sikkerhet i Danmark nevner han likevel følgende tiltak som svært relevante og vanlige ved prosjektering av automatiske garasjeanlegg.

- Automatisk sprinkleranlegg.
- Tørroplegg i angrepsveier.
- Særlig gode og innsatsveier/angrepsveier for brannvesenet.
- Økt brannmotstand på bærende konstruksjoner, typisk R 120 A2-s1,d0 [A 120].
- Mekanisk eller naturlig røykutluftning for ventilering av brannrøyk etter brannforløpet.

3.2.5 New Zealand

Byggereglene i New Zealand er bygget opp på samme måte som i Norge, dvs. at byggereglene er funksjonsbaserte. Faktisk er byggereglene inspirert av den norske modellen hvor funksjonsbaserte tekniske forskrifter allerede ble innført i 1997 (36;37). Funksjonsbasert regelverk innebærer at kravene til det ferdige byggverket kan oppfylles på ulike måter. Hensikten er å fremme innovasjon og utvikling, noe detaljstyrte regelverk ikke kan gjøre på samme måte fordi utviklingen går for fort (38).

Building Act 2004 (39) er gjeldende bygningslov på New Zealand. Tilhørende byggeforskrift, *The New Zealand building code* (40) er i midlertidig den samme byggeforskriften som gjaldt under *Building Act 1991* frem til 2004. *The building code* (byggeforskriften) er fortsatt gjeldende, men har siden 2004 blitt revidert i ulike etapper. Figur 3 viser hierarkiet for bygningsreglene på New Zealand og ulike metoder for å ivareta byggeforskriften på.



Figur 3 - Hierarkiet for bygningsreglene på New Zealand (41).

The New Zealand building code består av ulike fagkapitler fra A-H og hvor brannsikkerhet er omhandlet i del C (40). *Ministry of Business, Innovation and Employment* (MBIE) har det overordnede ansvaret for utvikling og publisering av preaksepterte løsninger som ivaretar byggeforskriften (42). Det er to sett med preaksepterte løsninger, C/AS1 og C/AS2, hvorav førstnevnte gjelder for mindre boligbygninger (eneboliger, rekkehus m.m.) (43;44).

I tabell 4 oppsummeres relevante funksjonskrav og preaksepterte løsninger gitt i C/AS2 - *Acceptable Solution for Buildings other than Risk Group SH* (44) mht. parkeringskjellere og tilrettelegging for brannvesen. Byggeforskriften på New Zealand fastsetter også konkrete ytelseskrav som må oppfylles, men dette anses som for spesifikt i dette tilfellet.

Tabell 4 - Tekniske og bygningsmessige krav til parkeringsanlegg på New Zealand (40;44).

Byggeforskrift - <i>The New Zealand building code</i>	Veiledning - <i>C/AS2 - Acceptable Solution for Buildings other than Risk Group SH</i>
<p>Clause C2 — Prevention of fire occurring</p> <p>C2.1: <i>Fixed appliances using controlled combustion and other fixed equipment must be designed, constructed, and installed in buildings in a way that reduces the likelihood of illness or injury due to fire occurring.</i></p> <p>Clause C5 — Access and safety for firefighting operations</p> <p>C5.1: <i>Buildings must be designed and constructed so that there is a low probability of firefighters or other emergency services personnel being delayed in or impeded from assisting in rescue operations and performing firefighting operations.</i></p> <p>C5.2: <i>Buildings must be designed and constructed so that there is a low probability of illness or injury to firefighters or other emergency services personnel during rescue and firefighting operations.</i></p>	<p>Største bruttoareal for branncelle med parkering (generelt) er begrenset til 5000 m² uten automatisk slokkeanlegg (sprinkler). Når branncellen er sprinklet er det ingen arealbegrensning. <i>Sprinkleranlegget kan begrenses til kun parkeringsdelen av et bygg dersom bygget for øvrig ikke har krav om automatisk slokkeanlegg.</i></p> <p>For parkeringskjellere hvor vertikal avstand fra nederste kjellergulv til utgang til sikkert sted er <u>maksimalt</u> 10 m;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manuelt brannvarslingsanlegg • Tørropplegg <p>For parkeringskjellere hvor vertikal avstand fra nederste kjellergulv til utgang til sikkert sted er <u>over</u> 10 m;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Automatisk brannvarslingsanlegg med varmedeteksjon og manuelle brannmeldere • Brannmannsheis • Tørropplegg <p>Parkeringsanlegg uten krav om sprinkling, men med mer enn 10 biler skal ha naturlig ventilasjon med minst 50 % åpningsareal.</p> <p><u>Automatiske parkeringsanlegg (vehicle stacker);</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Automatisk slokkeanlegg (sprinkleranlegg) med manuelle brannmeldere • Tørropplegg

I tillegg til nevnte byggeforskrifter har brannvesenet på New Zealand, *Fire and Emergency New Zealand*, utarbeidet et utkast til en veileder for sikring av automatiske parkeringsanlegg (vehicle stacking). Fire and Emergency New Zealand er det nasjonale brannvesenet på New Zealand og ble etablert i 2017 etter flere evalueringer av landets tidligere brann- og redningstjeneste (45). Inntil 2017 hadde landet kommunale brannvesen slik vi har i Norge. Veilederen F5-13 GD *Firefighting operations on multi-tiered vehicle stacking buildings* (46) angir ulike risikomomenter for slokkemannskaper ved innsats i automatiske parkeringskjellere samt forslag til tiltak. En del av tiltakene, som f.eks. sprinkleranlegg, er allerede implementert i de preaksepterte løsningene som har blitt endret etter at veilederen ble utgitt. Røykventilasjon som foreslått i veilederen er per dags dato ikke angitt som en preakseptert løsning for automatiske parkeringsanlegg i byggeforskriften.

3.3 Automatiske parkeringsanlegg

Automatiske parkeringsanlegg er ikke et nytt fenomen og har i en rekke tiår vært benyttet i byer og anlegg i verden, der mangel på tomter, areal og høye kvadratmeterpriser har vært en problemstilling lenge. Det første automatiske garasjeanlegget ble bygd allerede i 1906, «Garage Rue de Ponthieu» i Paris. Garasjeanlegget i Paris var et anlegg som i stor grad benyttet seg av en bilheis oppover i etasjene. Videre ble bilene overlevert til parkeringsansatte som parkerte bilene i anlegget. De første mekaniske og semiautomatiske parkeringsanleggene dateres tilbake til 1920-tallet i New York City og Chicago. De første helautomatiske anleggene åpnet i Washington helt tilbake på starten av 1950-tallet.

Automatiske parkeringsanlegg slik vi kjenner de i dag defineres i VTEK 17 (23) som følger: «*Et automatisk garasjeanlegg er et lukket og kompakt anlegg som ikke er tilgjengelig for publikum.*» Definisjonen av automatiske parkeringsanlegg er ordrett videreført fra byggeteknisk forskrift av 2010 (47) til TEK 17 (8). Utviklingen av parkeringsanleggene har derimot ikke stått stille siden 2010 og det finnes per i dag en rekke forskjellige typer automatiske parkeringsanlegg på det norske markedet. Litt forenklet kan anleggene deles inn i helautomatiske- og semiautomatiske parkeringsanlegg. I tillegg leveres det en «hybridløsning» mellom tradisjonelle og automatiske parkeringsanlegg i form av bilheiser som erstatning til innkjøringsramper samt dreieplattformer som erstatter svinger internt i parkeringsanleggene.

Videre følger en overordnet innføring i parkeringsanleggene som leveres på det norske markedet.

3.3.1 Helautomatiske parkeringsanlegg

Det er disse parkeringsanleggene som omtales i byggteknisk forskrift (8), der de defineres som lukkede og kompakte anlegg som ikke er tilgjengelig for publikum. Anleggene er svært arealeffektive og oppgis av leverandøren P-plan AS å kunne gi en plassbesparelse på opp mot 40 % av tradisjonelle parkeringsanlegg (48). Den amerikanske leverandøren «Robotic Parking» oppgir en plassbesparelse på over 50 % (49). Dette da bilene både kan stables og lagres tettere samt at behovet for kommunikasjon- og manøvreringsareal reduseres. Brannenergien i anleggene blir som følge av kompaktheten veldig mye mer konsentrert og vil generelt være mye høyere enn ved et tradisjonelt parkeringsanlegg.

De helautomatiske anleggene skreddersys for hvert prosjekt og kan etableres med alt fra 2 til rundt 40 etasjer både over og under bakkenivå eller som en kombinasjon (50). Anleggene fungerer i praksis som en bilautomat der brukere parkerer og henter kjøretøyet i et såkalt magasin. Det er kun i magasinet det er tilgang for publikum og bilene blir automatisk parkert i underetasjene via et heis- og flåtesystem internt i anlegget som lagrer bilene i ett hyllesystem, se for øvrig figur 4 som illustrerer dette. Parkeringsanlegget står med andre ord for alle faser av parkeringen som gjøres manuelt i tradisjonelle parkeringsanlegg. På denne måten slipper brukere å manøvrere i trange parkeringskjellere og lete etter ledige parkeringsplasser. Anleggene har også en økt sikkerhet med hensyn til skader som bulker og riper samt innbrudd som følge av utformingen.



Figur 4 – Prinsippkisse av et typisk helautomatisk parkeringssystem med tre plan (50).

Anleggene kan leveres i en rekke forskjellige størrelser og utforming. Samtlige parkeringsplasser kan videre leveres med mulighet for elbillading. Selv om anleggene kan leveres med opp mot 40 plan anbefales det generelt ikke mer enn ca. 60 biler pr. magasin/innkjøring for å ivareta rask levering uten kødannelser.

De mekaniske komponentene og det interne bæresystemet i de automatiske anleggene består i all hovedsak av stålkonstruksjoner uten spesifikk brannmotstand. Avhengig av utnyttelsesgrad og tykkelser på bæresystemet kan stålkonstruksjoner iht. SINTEF byggforskblad 520.315 (51) sjelden tilskrives mer enn 10-15 minutters brannmotstand. Det stilles for ordens skyld ingen spesifikke krav til brannmotstand for det interne bæresystemet i et automatisk parkeringsanlegg.

De helautomatiske parkeringsanleggene er som tidligere nevnt lukket, men har som regel tilgang for service- og vedlikeholdspersonell. Utover dette er det ingen dedikerte angrepsveier for brannvesenet. Få angrepsveier og derigjennom også manglende muligheter for god røykutluftning, i kombinasjon med usikkerheten rundt stålkonstruksjonene medfører at brannvesenet har svært dårlige forhold for slokkeinnsats i anleggene. Da de helautomatiske anleggene videre ikke vil inneha personopphold, er det kun verdisikring som utgjør gevinsten ved slokkeinnsats. Sikkerheten for rednings- og slokkemannskap vektet i alle situasjoner høyere enn verdisikkerheten i anleggene og det kan således ikke påregnes at det vil bli gjort noen innsats utover en utvendig slokkeinnsats. Dette er også bakgrunnen for at DiBK og VTEK stiller krav til automatisk slokkeanlegg i slike typer anlegg. Tilsvarende angir regelverkene i bl.a. Belgia og Nederland iht. en studierapport

(52) utarbeidet av Oslo Brann- og redningsetat i 2009 også at lukkede parkeringsanlegg uten særlig tilrettelegging for brannvesenet skal prosjekteres med automatiske slokkeanlegg. I spesielt Nederland benyttes det ofte gasslokkeanlegg som alternativ til tradisjonelle sprinkleranlegg, som dimensjoneres for å kunne slokke en garasjebrann av denne typen iht. samme studierapport (52). Tanken er da at brannvesenet og slokkemannskap først etter 30-60 minutter skal undersøke hvorvidt brannen faktisk er slukket.

Iht. salgs- og markedsansvarlig i P-plan som er leverandør av automatiske parkeringsanlegg finnes det ingen helautomatiske parkeringsanlegg i Norge pr. i dag. Det presiseres at han ikke har noen komplett oversikt, men det gir et bilde av at denne typen anlegg er svært lite utbredt dersom det sammenlignes med semiautomatiske parkeringsanlegg.

3.3.2 Semiautomatiske parkeringsanlegg

De semiautomatiske parkeringsanleggene skiller seg fra de lukkede og helautomatiske ved at brukeren selv kjører bilen inn på en fast eller dedikert plass i parkeringsanlegget. Forskjellen sett opp mot et tradisjonelt parkeringsanlegg er derimot at anlegget videre flytter bilene og lagrer/parkerer de for en optimal plassutnyttelse. Det samme skjer naturligvis ved henting av bilen igjen. Den største forskjellen mellom helautomatiske og semiautomatiske anlegg er at de semiautomatiske parkeringsanleggene ikke lukkes for publikum og at det vil kunne oppholde seg personer i arealene. De semiautomatiske anleggene finnes vanligvis i tradisjonelle parkeringskjellere med mye av den samme planløsningen som tidligere. Anleggene kan også etter monteres uten at planløsninger og tilliggende areal påvirkes nevneverdig av anlegget. Det er videre ikke uvanlig å legge bodareal, verksted, smøreboder o.l. i tilknytning til de semiautomatiske parkeringsanleggene slik som det tradisjonelt sett gjøres i vanlige parkeringskjellere.

De semiautomatiske parkeringsanleggene leveres i en rekke forskjellige størrelser, etasjer, og typer. De vanligste to typene er såkalte combilift-systemer som er det som omtales som «stableparkering», dvs. at bilene stables i høyden. Disse kan leveres i både to og tre etasjehøyder. Stableparkering fungerer slik at bilene parkeres på en flåte i «inngangsplanet» og så rokerer anlegget rundt på bilene slik at det alltid er ledig for innkjøring.



Figur 5 - Prinsippkisse av en combilift med 3 plan (53).

På lik linje med de helautomatiske anleggene består parkeringsanleggets interne bæresystem av usiolert stål som vil kunne medføre en risiko lokale brudd og nedfall av stålkonstruksjoner og biler. Combiliftene er sikret med gitter og «inngjerding» samt en rekke bevegelsessensorer som stanser anlegget hvis det detekteres personer i anlegget.

Den andre typen semiautomatisk anlegg er flåteparkering eller «platforms». Dette er en noe enklere variant som består av flåter på bakken som danner parkeringsrader. Den første og innerste raden består av tradisjonelle p-plasser uten flåter. Da hver rad har en fri plass gir det alltid en mulighet for anlegget til å rokere plattformene sideveis slik at det skapes en gjennomkjøringsmulighet.



Figur 6 - Viser en prinsippskisse av et flåteparkeringsanlegg med to rader med forskyvbare flåter (54).

Flåteparkering vil være noe enklere å håndtere for brannvesenet da flåtene manuelt kan forskyves ved strømbrytning e.l. Samtlige typer semiautomatiske parkeringsanlegg leveres med og uten elbillading på hver enkelt parkeringsplass. Begge løsningene gir betydelig plassreduksjon i form av både manøvreringsareal, innkjøringsareal og medfører plass til betydelig flere biler per kvm.

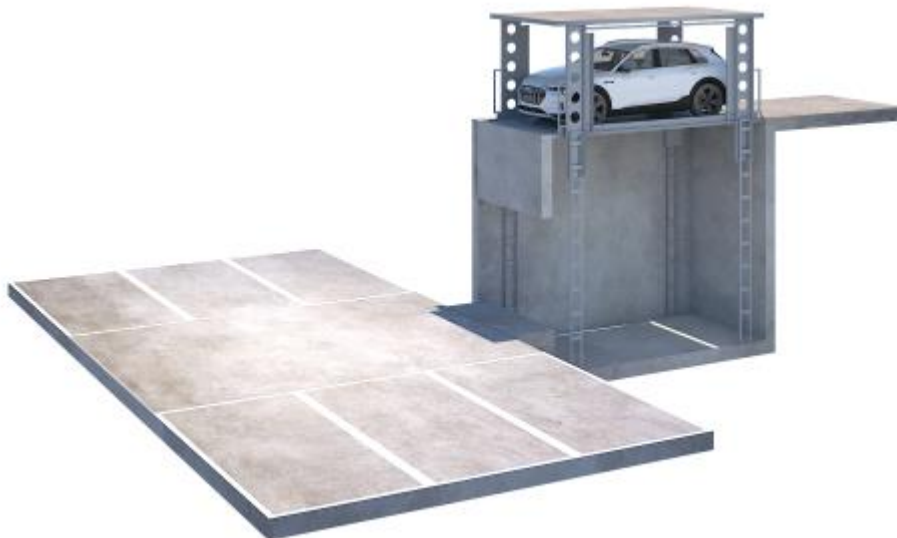
Det er pr. i dag ca. 6000 p-plasser fordelt på i overkant av 150 semiautomatiske parkeringsanlegg i Norge, hvorav mesteparten av anleggene er installert i de 3-4 største byene i Norge, iht. salgs- og markedsansvarlig i P-plan AS.

Som tidligere nevnt omfattes disse anleggene ikke spesifikt av gjeldende regelverk. Slike anlegg blir derfor prosjektert med svært forskjellige tiltak og sikkerhetsnivå. Det er likevel

nærliggende å tenke at anleggene som regel prosjekteres iht. minimumskrav angitt i TEK 17 med veiledning for tradisjonelle parkeringsanlegg og at parkeringsanleggene ofte utføres med et automatisk sprinkleranlegg.

3.3.3 Bilheis og dreieplattform

I tillegg til de to hovedkategoriene, helautomatiske- og semiautomatiske parkeringsanlegg, finnes det en mellomting i form av bilheiser. Dette er heiser som erstatter kjøreramper og som normalt går direkte ned til et tradisjonelt parkeringsanlegg. Bilheisene kan derimot også kombineres med semiautomatiske anlegg slik at parkeringsanleggene i praksis fremstår uten rampe eller utkjøringsmulighet ved brann. Samtidig vil de etter definisjonen i VTEK (23) fortsatt ikke omhandles som helautomatiske anlegg da disse vil være avhengig av manuell innkjøring, og det dermed vil kunne være personer i anlegget.



Figur 7 - Prinsippkisse av en bilheis ned til et tradisjonelt parkeringsareal (55).

De fleste variantene leveres med en UPS-enhet (uninterruptible power supply) som sørger for at heisen kan parkeres i et plan ved strømbrudd eller ved deteksjon av branntilløp. Dette sikrer at personer i bilen som evt. måtte befinne seg i heisen kan evakuere også ved brann og strømbrudd.

Videre kan semiautomatiske så vel som tradisjonelle parkeringsanlegg leveres med dreieplattformer for å spare sving- og manøvreringsareal. Dreieplattformer er en enkel plattform som roterer bilen i riktig retning ift. parkeringsplassen.



Figur 8 - Prinsippskisse av dreieplattform (56).

3.4 Brannteori

Formålet bak kravene som stilles i byggteknisk forskrift (8) til sikkerhet ved brann er i all hovedsak for å hindre tap av liv og helse og redusere risiko for personer til et akseptabelt lavt nivå. Videre skal kravene til byggverk og installasjoner være med på å ivareta materielle verdier, miljø- og samfunnsmessige forhold samt gi tilstrekkelig god mulighet og sikkerhet ved sløkking og redning.

Generelt kan brannprosjektering litt forenklet inndeles i tre kategorier:

- Person sikkerhet
- Verdisikkerhet
- Sikkerhet for redningsmannskaper

Ved automatiske parkeringsanlegg er det først og fremst verdisikkerhet og sikkerhet for redningsmannskaper som kan skape utfordringer sett opp mot et tradisjonelt parkeringsanlegg. Det er dermed ikke sagt at slike installasjoner ikke vil kunne påvirke personsikkerheten. Parkeringsanlegg anses normalt å inneha sporadisk personopphold som medfører lav skaderisiko. Tilliggende bodarealer, verksted o.l. vil kunne forringe personsikkerheten. Dette fordi slike arealer ofte prosjekteres med rømning via parkeringskjellere.

Automatiske parkeringsanlegg etableres ofte i større kjellere under boligkomplekser o.l., og det finnes eksempler på at branner har spredt seg både innvendig via trappeløp samt utvendig via fasader til boligetasjene over. Eksempelvis omkom en person som følge av brannspredning via fasaden ved en brann i 2006 ved Monica Wills House der det oppsto en brann som inkluderte til sammen 22 biler (57).

3.4.1 Utviklingen av brannrisiko og -spredning

Den siste tiden har brann i parkeringsanlegg og tilrettelegging for brannvesen vært et hett diskutert tema i brannmiljøet. Interessen og bakgrunnen for diskusjonen er spesielt kommet etter brannen i parkeringshuset ved Sola (Stavanger lufthavn) i 2020. Brannen avdekket en rekke utfordringer og forbedringspotensialer. I etterkant av brannen har bl.a. RISE Fire Research utarbeidet en evalueringsrapport (58) som er svært spennende, sett også i lys av introduksjonen av automatiske parkeringsanlegg.

Som RISE-rapporten (58) og en studie fra BRE utgitt i 2010 (59) påpeker, er en av de største branntekniske utfordringene med dagens parkeringsanlegg at det parkeres tettere enn tidligere. Dette medfører økt risiko for brannspredning mellom parkerte biler ved brann. Det er slik at en bilbrann i startfasen i all hovedsak vil være brenselkontrollert. Som følge av svært høye temperaturer vil dog varmestråling fra bilbrannen representere en fare for brannspredning til nærliggende brennbare materialer. De kritiske faktorene er dermed avstand mellom biler og synsvinkel for stråling. Per i dag angir vegvesenets N100 håndbok (60) og SINTEF byggforskblad 312.130 *Parkeringsplasser og garasjeanlegg* (61) at det bør tilrettelegges for parkeringsplasser med bredde lik 2,5 m og en lengde på 5,0 m. Det er interessant at anbefalingen på 2,5 m bredde for parkeringsplasser for personbiler er den samme som i 1979 (62). Dette spesielt i lys av utviklingen av størrelsen på vanlige personbiler i Norge, som beskrives nærmere i neste kapittel. Anbefalingen for bredde på parkeringsplasser er først og fremst basert på behov for plass ved åpning av dører og ikke mht. brannsikkerhet og strålingsfare. Det er en økende trend at bilbranner spres til stadig flere biler og faren for brannspredning kan antas forverret ytterligere i automatiske parkeringskjellere.

Basert på både evalueringsrapporten etter Sola-brannen (58) kan brannspredning i parkeringsanlegg og mellom biler, litt forenklet avhenge av følgende forhold:

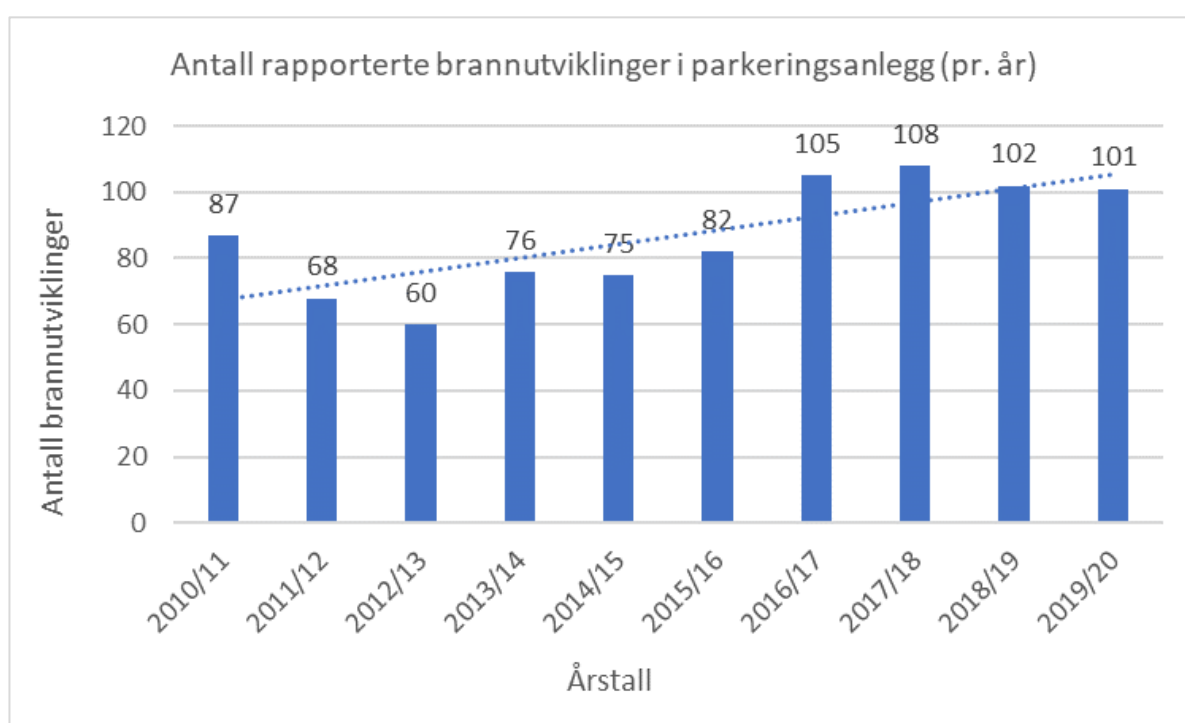
- Størrelse og temperaturen på brannen. Forholdet er direkte tilknyttet tilgjengelig brennbart materiale (tilgjengelig brannenergi).
- Avstand mellom parkerte biler, dvs. bredden på parkeringsplassene, antall biler og størrelsen på bilparken.
- Egenskapene til materialene som brukes som del av dagens bilpark.

Videre vil brannstørrelsen og risiko for brannspredning avhenge av brannvesenets innsatstid samt tekniske installasjoner på bygget som f.eks. sprinkleranlegg og røykventilasjon.

Bakgrunnen for brannspredning som er nevnt over er ingen ny kunnskap og det er forhold som har vært kjent lenge. Det er b.la. disse forholdene som danner bakgrunnen for regelverket og de preaksepterte løsningene for parkeringsanlegg i dagens VTEK. Dette er som nevnt generelle betraktninger, men det er svært interessant å se forholdene rundt brannspredning opp mot automatiske parkeringsanlegg.

Noe av det som gjør det ekstra aktuelt å se på brannsikring av både tradisjonelle og automatiske parkeringsanlegg er at flere av de største og relevante parameterne som bidrar i en bilbrann i stor grad har endret seg med årene.

Statistikk innhentet av Incident Recording System (IRS) på vegne av myndighetene i England viser at antall brannutviklinger i parkeringsanlegg er på en oppadgående trend mellom 2010 og 2020 (63). Statistikken presentert i figur 9 er hentet fra innrapporterte branner av lokalt brannvesen i England, og inkluderer både åpne og lukkede parkeringsanlegg (63).



Figur 9 - Grafen viser utviklingen av antall innrapporterte branntilløp ved parkeringsanlegg i England.

3.4.1.1 Bilparkens utvikling

Dagens bilpark i Norge har forandret seg på relativt kort tid. Dagens kjøretøy bygges med en stadig større andel av brennbare materialer sammenlignet med tidligere (58). Tidligere ble bilene i all hovedsak bygd av stål og jern som hovedkomponenter, mens det derimot benyttes mer plastmaterialer, karbonfiber og aluminium i dag. Bare de siste årene har bruk av plast eksplodert som materiale ved produksjon av biler. Prosentandelen av plastmaterialer i personbiler har gått fra ca. 6 % i 1970 til ca. 16 % i 2010 (64). I dag vil en gjennomsnittlig bil på omkring 1,5 tonn bestå av ca. 20 % plastmaterialer (65). Bilindustrien i Europa utgjør nesten 9 % av Europas plastbehov per i dag (66). Utviklingen er videre spådd å stige ytterligere med rundt 60 % de neste 10 årene (67). Spesielt kritisk for brannsikkerheten i parkeringsanlegg er det at drivstofftankene nå også tillates utført i plastmaterialer, noe som kan medføre til en langt raskere brannspredning. Dette som følge av drivstofflekkasjer som raskere vil kunne oppstå sammenlignet med tidligere, da drivstofftankene som regel bestod av metall.

Videre har kjøretøyene i gjennomsnitt blitt lengre og bredere. Tabellene under viser utviklingen av bilstørrelse for modellene Land Rover (Range Rover), BMW 3-serie og Volkswagen Golf de siste 40-50 årene (68).

Tabell 5 - Viser utvikling av bredder og lengder av modellen Land Rover.

Range Rover	1981-1998		1994-2002		2002-2012		2013-	
	L (m)	B (m)	L (m)	B (m)	L (m)	B (m)	L (m)	B (m)
	4,47	1,803	4,713	2,228	4,972	2,192	5,199	2,22

Tabell 6 - Viser utviklingen størrelsen på bilmodellen BMW 3 Serien i form av bredder og lengder.

BMW 3 Serien	1983-1992		1991-1998		1998-2005		2005-2011		2012-2019		2019-	
	L (m)	B (m)	L (m)	B (m)	L (m)	B (m)	L (m)	B (m)	L (m)	B (m)	L (m)	B (m)
	4,381	1,625	4,241	1,701	4,471	1,739	4,52	1,817	4,624	2,031	4,709	2,068

Tabell 7 - Viser utviklingen størrelsen på bilmodellen Volkswagen Golf i form av bredder og lengder.

Volkswagen Golf	1974-1983		1981-1993		1992-1998		1997-2004		2009-2012		2013-	
	L (m)	B (m)	L (m)	B (m)	L (m)	B (m)	L (m)	B (m)	L (m)	B (m)	L (m)	B (m)
	3,82	1,61	3,985	1,569	4,02	1,7	4,149	2,018	4,199	2,048	4,258	2,027

Tabellene viser et begrenset utvalg bilmodeller, men gir likevel en indikasjon på den generelle utviklingen. Tabellene viser at lengden på de tre utvalgte bilmodellene i snitt har gått opp 16 %, 9 % og 11 % for hhv. Land Rover, BMW og Volkswagen.

Bilbredden har tilsvarende økt med hhv. 23 %, 27 % og 26 % for de samme modellene. For ordens skyld ser man også en liten økning i høyden på bilmodellene (68).

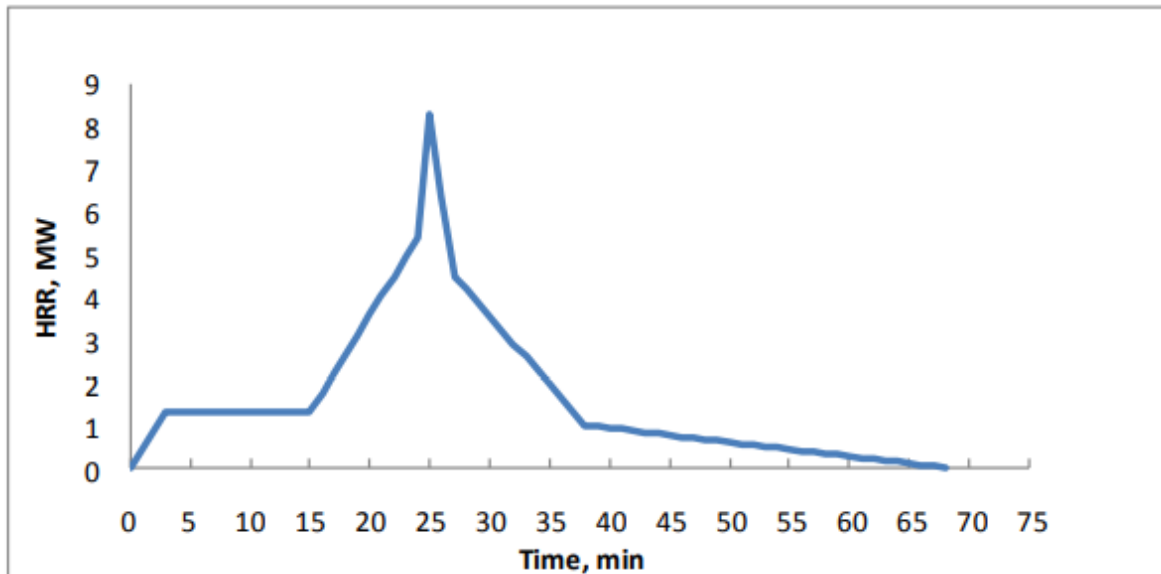
En avhandling skrevet av K. Terlouw viser følgende utvikling i bilstørrelse for de 50 mest solgte privatbilene i Nederland basert på en oversikt utarbeidet i 2019 (69).



Figur 10 - Figuren viser utviklingen av biler i form av bredde, høyde og vekt (69).

Endringen i brannenergi henger også sammen med hvilke biltyper som selges. En trend og utvikling i Norge er at *sport utility vehicles* eller SUVer, de senere årene har blitt svært populære. SUV er en samlebetegnelse på større bilmodeller som i praksis kan kategoriseres som høye og store stasjonsvogner som er større enn vanlige personbiler (sedan). I 2018 var 33,2 % av alle bilkjøp i Norge en SUV. Samme året lå prosenten i Belgia over 40 % og i USA over 70 % (70). Samme trenden gjelder også for salg av elbiler i Norge. I 2020 var så mye som hver andre solgte bil i Norge en elbil (71). I tillegg til utfordringene batteripakkene på elbilene gir ved slokking, er elbiler produsert med mye plast for å redusere vekten og dermed øke rekkevidden.

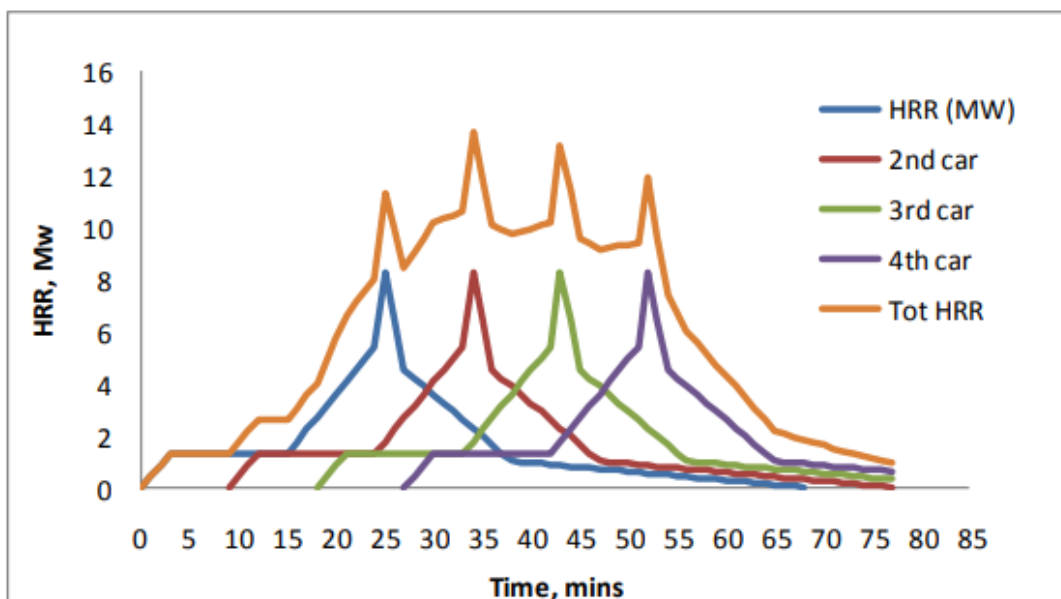
Større biler gir naturligvis også et bidrag ift. endret brannenergi i parkeringsanlegg. Samlet sett som følge av bilenes størrelser og materialbruk, angir en studierapport at moderne biler bør tilskrives en varmeavgivelsesrate eller *Heat Release Rate* (HRR) så høy som 8 MW (72).



Figur 11 - Grafen viser referansekurven for HRR for en personbil iht. studierapporten fra New Zealand (72).

Tidligere har det vært vanlig å dimensjonere forskrifter, regelverk og branntekniske tiltak for en bilbrann med en HRR på 3-5 MW. Dette er en verdi som skal representere brann i en vanlig personbil og en verdi det henvises til iblant annet SINTEF-rapporter (73).

Studierapporten (72) fra New Zealand angir en kurve med fire biler som antennes med 12 minutters mellomrom. Bakgrunnen for at det er valgt 12 minutter er fordi dette er tiden det viste seg å ta for brannspredning mellom bilene iht. studierapporten (72). Grafen viser at den totale varmeavgivelsesraten kan komme opp mot 14 MW.



Figur 12 - Grafen viser total varmeavgivelsesrate (THR) for fire biler (72).

3.4.1.2 Utvikling av bilbranner

I følge Van De Leur (74) ser man at brannvesenet i mindre grad er villig til å risikere personskader for å redde verdier og byggverk enn tidligere. Han peker videre på følgende forhold som til sammen har skapt nye trender når det gjelder brannforløp i parkeringsanlegg:

- Endringer i brannenergi
- Tettere parkering
- Flere antennelseskilder som følge av mer elektronikk og installasjoner i byggverk og biler.
- Brannvesenets fokus på verdisikkerhet.
- Introduksjonen av elbiler og hydrogenbiler.

Konsekvensene av dette er at man opplever raskere brannforløp ved brann og at økt røykproduksjon påvirker sannsynligheten for en tilfredsstillende røykkontroll ved innsats negativt. Det forekommer også i større grad både skader og kollaps av bæresystem i parkeringsanlegg enn tidligere. Ser man overordnet på branner i parkeringsanlegg de siste årene, danner det seg også et bilde av utviklingen.

Frem til 1990-tallet var normen at brann i et parkeringsanlegg typisk kun involverte én bil, mens det mellom 1995 - 2005 ble registrert flere branner der mellom 1-7 biler ble involvert i brannene (74). En studie utarbeidet av BRE i Storbritannia analyserte brannstatistikk fra 1994-2005 og konkluderte med at de fleste bilbranner i parkeringsanlegg som ikke sprer seg mellom parkerte biler (59).

Grunnet økt bruk av plastmaterialer og økte størrelser på bilene viser brannforløp i parkeringsanlegg de siste årene at bilbranner nå oftere involverer 7 og flere biler (74). De siste årene kan det nevnes eksempler som:

- Liverpool Echo Arena (2018) – ca. 1100 biler (74).
- Cork Shopping Centre (2019) – ca. 60 biler (74).
- Sola lufthavn (2020) – ca. 300 biler (74).
- Górczewska Street (2020) – ca. 20 biler (75).

Det er likevel verdt å merke seg at brannene svært sjelden medfører tap av menneskeliv og at det ikke ble registrert noen omkomne i de overnevnte brannene. Det er likevel ikke uvanlig med personskafer som følge av brann- og røykgasser.

De siste årene er det spesielt 2-3 branntekniske installasjoner som går igjen som tiltak for å lette på utfordringene ved brann i underjordiske parkeringsanlegg. I eksempelvis Norge, Sverige og USA er det automatisk sprinkleranlegg samt brannalarmanlegg som har vært de vanligste tiltakene for parkeringskjellere. Ser man på land som Storbritannia, Belgia og Nederland, har det vært mer vanlig å ha mekaniske røykventilasjonsanlegg (70).

3.4.2 Automatisk sprinkleranlegg

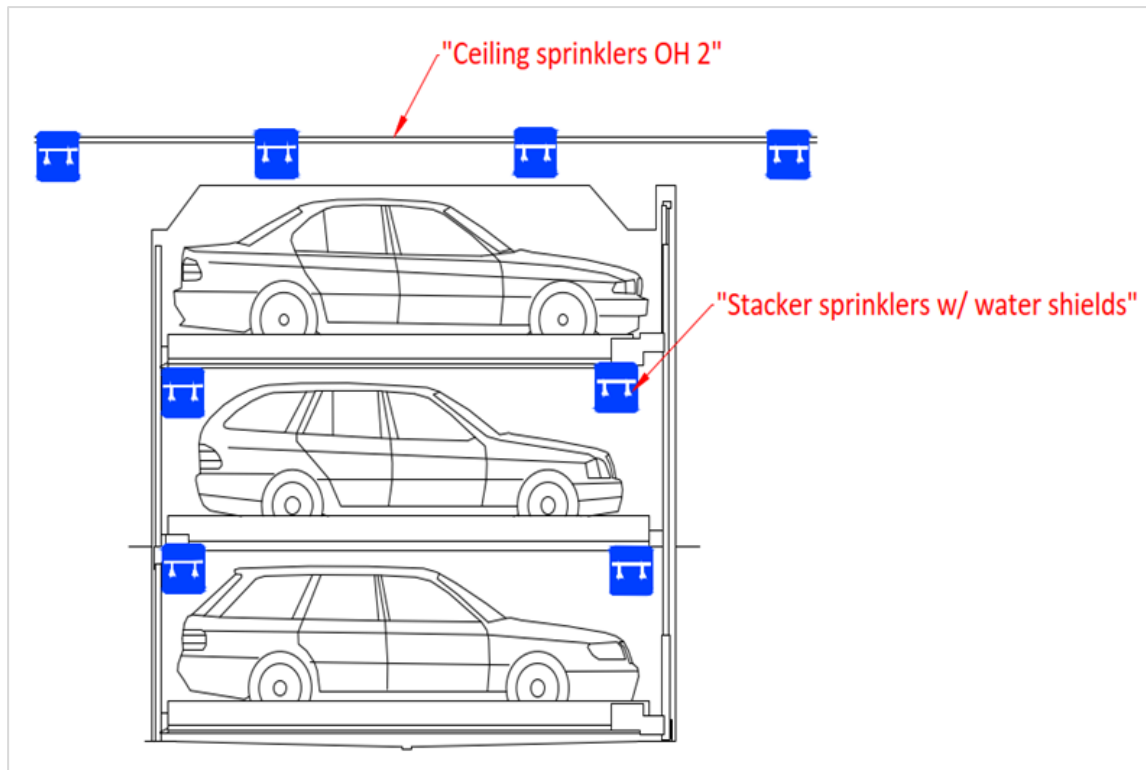
For helautomatiske parkeringsanlegg angir VTEK17 automatisk slokkeanlegg som preakseptert løsning (23). VTEK17 viser videre til sprinklerstandarden NS-EN 12845 (76) som for prosjektering og installering av automatisk sprinkleranlegg. Hverken standarden eller FG-veiledningen til standarden omhandler automatiske parkeringsanlegg. Normalt kategoriseres parkeringsanlegg som en generell virksomhet uavhengig av automatiske anlegg eller ikke. Parkeringsanlegg vil normalt defineres som fareklasse OH2 (ordinær fareklasse) i standarden (76). Til sammenligning defineres garasjeanlegg for busser og lastebiler uten last i HHP2 (høy fareklasse). Bakgrunnen for at disse garasjetypene defineres i forskjellige fareklasser, skyldes primært brannenergi. Forskjellen mellom fareklassene OH2 og HHP2 kan i all hovedsak og litt generelt deles inn i dimensjonerende vanntetthet, vannmengdekrav, trykk og utløsningsareal. OH2 angis å skulle ha en dimensjonerende vanntetthet på 5,0 mm/min og et utløsningsareal ved våtanlegg på 144 m². Til sammenligning vil et HHP2-anlegg ha en dimensjonerende vanntetthet på 10,0 mm/min med et utløsningsareal på 260 m².

Hvordan automatiske parkeringsanlegg skal sprinkles både ift. overordnede dimensjonerende krav og ift. selve utførelsen er i liten grad beskrevet. For lagerarealer med lagring i flere etasjer derimot finnes det i NS-EN 12845 (76) egne krav for det som omtales som «reolsprinkling», med presiseringen av tiltak som mellomnivåsprinklere, klaringshøyder og fri bredde mellom lagringsrekker. Det er interessant å se mot reolsprinkling ved prosjektering av combilift-systemer der biler lagres i høyden. For flåteparkeringer er det kun brannenergi og valgte fareklasser som vil kunne avvike fra tankegangen som ligger bak sprinklerstandarden.

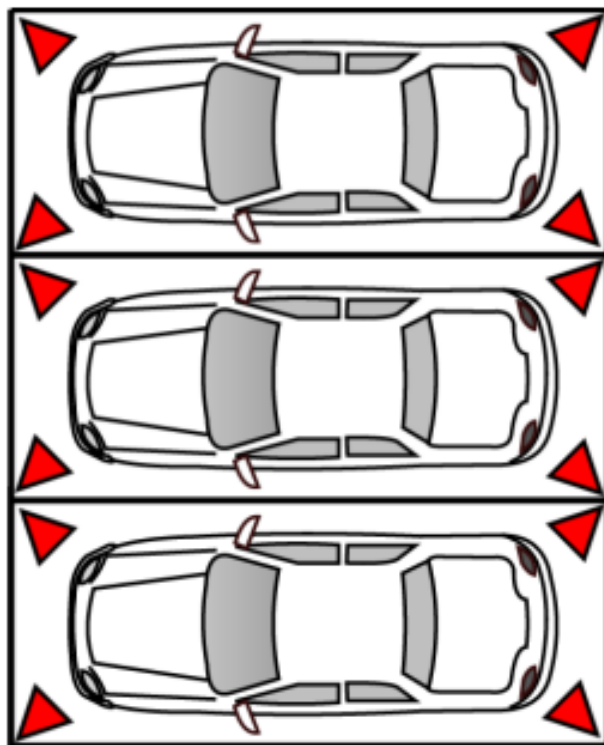
I Australia er prosessen kommet noe lenger og lokale brannvesen har b.la. utarbeidet veiledere for bl.a. sprinkling av combilift-systemer. I delstaten Victoria har brannvesenet oppgitt følgende tiltak som et «absolutt minimum» ved prosjektering av sprinkleranlegg i combilift-systemer (77);

- Øverste sprinklerrekke i tak over combiliftssystemene skal utføres som tradisjonelle OH2 sprinkler.
- Sprinkleranlegg skal prosjekteres med ytterligere sprinklerhoder i etasjene under inkl. i «kulverter» under gangplan. Sprinkleranlegget skal videre dimensjoneres for minst 8 utløste sprinklerhoder
- Samtlige fire hjørner av flåten/bilene skal dekkes med sprinklerplasseringer. Sprinklerhodene skal plasseres i en slik høyde at de ikke påvirkes av bilene. Tanken med den utvidede sprinklerbeskyttelsen er å begrense brannen både sideveis og oppover. Det skal videre hensyntas ved plassering av sprinklerhodene. Se for øvrig figur 13 og 14.
- Sprinklerhoder bør være av typen «quick response».

Sprinkleranlegget skal videre være adresserbart slik at brannvesenet kan lokalisere utløste sprinklerhodet fra panel tilknyttet hovedangrepsveien.

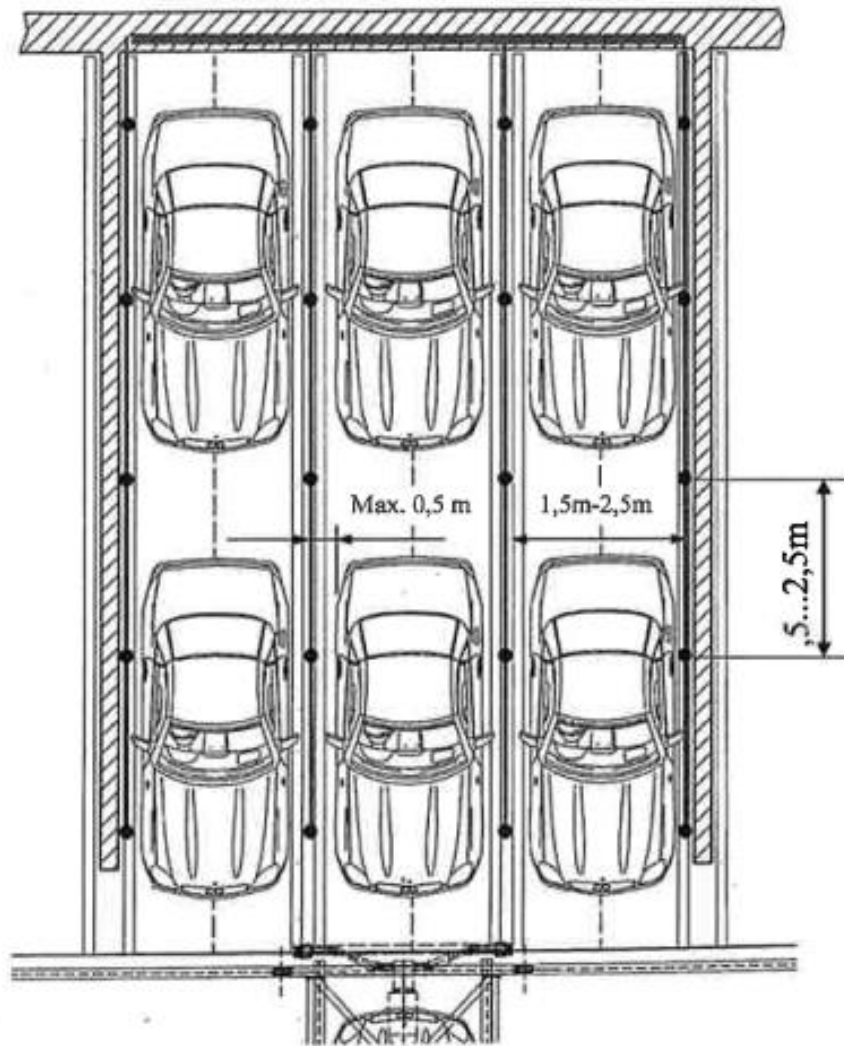


Figur 13 – Vertikalt eksempel på sprinkleroppsett i et automatisk parkeringsanlegg over tre plan (77).



Figur 14 – Horisontalt eksempel på sprinkleroppsett i et automatisk parkeringsanlegg over tre plan (77).

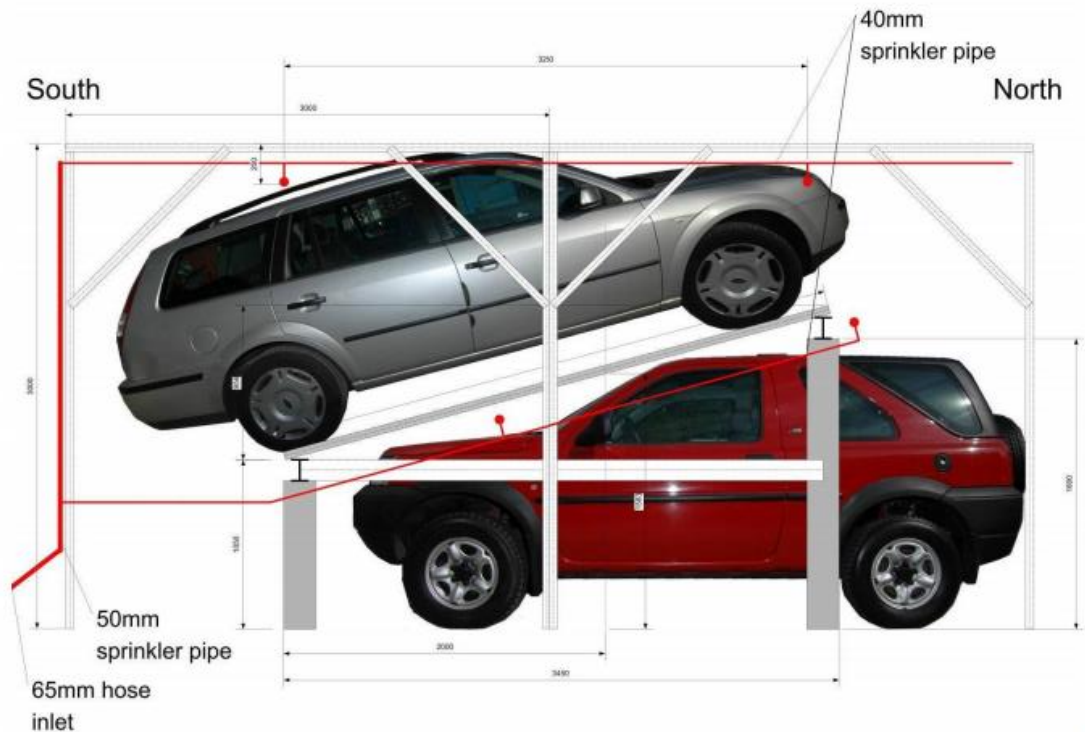
Tyske VdS CEA 4001 Guidelines for sprinkler systems (78) angir videre et tilsvarende oppsett:



Figur 15 -Viser forlag til sprinkleroppsett hentet fra VdS CEA 4001(78).

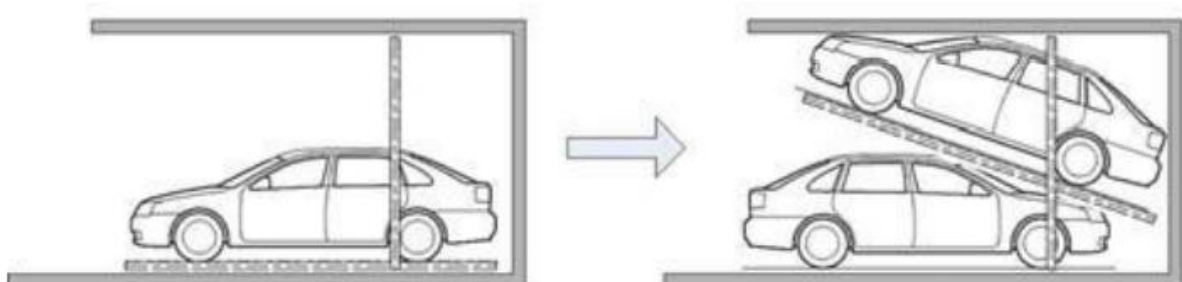
Effekten av en slik sprinklerdekning og oppsett er også godt dokumentert i tester som er utført av BRE Global. I 2009 utførte BRE Global i samarbeid med BAFSA (The British Automatic Fire Sprinkler Association) en test av et automatisk parkeringsanlegg (79). Testen ble gjennomført på bakgrunn av at BS-EN 12845 som tidligere nevnt ikke omhandler automatiske. Testene ble utført med samme prinsipp som veiledningen fra brannvesenet i Australia (77), der hver bil ble dekket av fire sprinklerhoder, en i hvert hjørne av parkeringsplattformen, som var av typen «quick response». Sprinkleranlegget ble installert og utført tilnærmet likt «ordinær fareklasse» for parkeringsanlegg, men det ble gjort enkelte modifikasjoner mht. vertikalt spredningsmønster.

Se for øvrig oppsett vist i figur 16. For å unngå at de øverste sprinklerhodene skulle avkjøle sprinklerhodene under og dermed forsinke sprinklerutløsning, ble det montert «watershields» i form av plater rett over sprinklerhodene for den nederste bilen.



Figur 16 – Viser et bilde fra oppsettet som ble testet av BRE Global i 2009 (79).

Testen tok utgangspunkt i et combilift-system der den øverste bilen tippes opp for å skape plass til en underliggende bil som vist i figuren 17.



Figur 17 - Viser det semiautomatiske parkeringsanlegget som ble brukt i forsøket (72).

Testene som ble gjort med sprinkleroppsettet ble videre sammenlignet med en tilsvarende test utført av CLG (79) med samme oppsett, men uten sprinkleranlegg. Forsøkene ble utført ved at framsete på den nederste bilen ble antent. Det første sprinklerhodet plassert nordvest over den

nederste bilen utløste etter ca. 13 minutter. Ca. ett minutt senere utløste sprinklerhodet plassert nordøst, og etter ca. 23 minutter ble første sprinklerhode på plan 2 utløst (nordøst). Til sammen ble tre sprinklerhoder utløst. Bildene under er hentet fra BRE-rapporten (79) og viser hhv. CLG-testen uten sprinkler, og BAFSA-testen med sprinkler etter ca. 21 minutter.



Figur 18 – CLG-testen etter 20 min og 59 sekunder (uten sprinkler) (79).

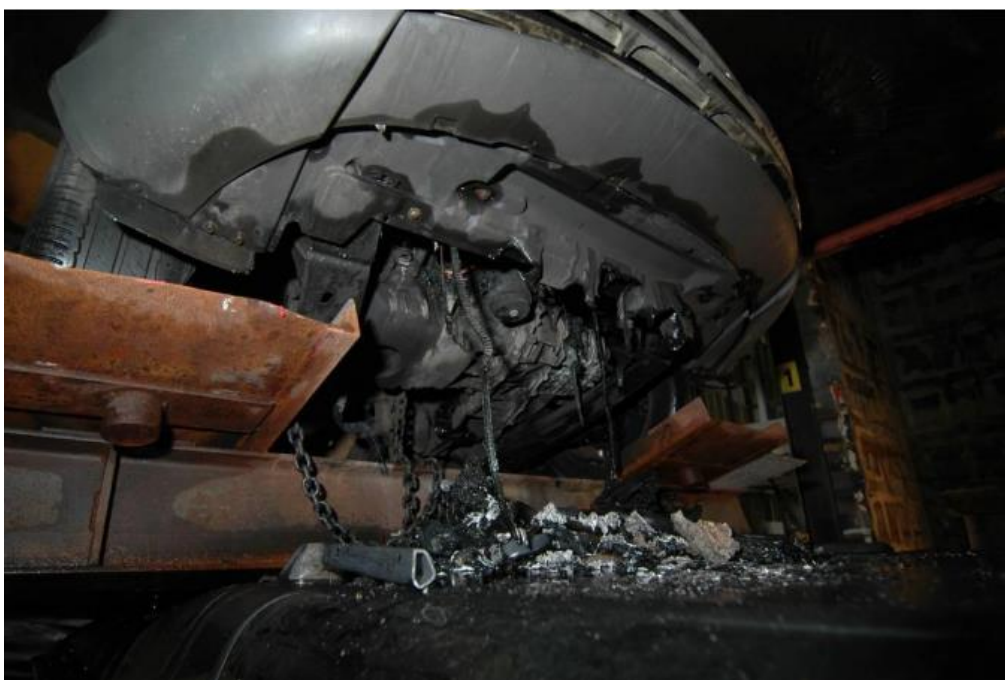


Figur 19 – BAFSA (BRE Global) testen etter 20 min og 53 sekunder (med sprinkler) (79).

Testene ble kjørt i 73 minutter med sprinklerdekning (60 minutter etter utløst sprinkleranlegg), deretter ble sprinkleranlegget slått av for så å bli skrudd på igjen etter 93 minutter. Testen ble avsluttet etter 1 time og 40 minutter. Etter testen var største parten av de brennbare materialene i den nederste bilen brent bort. Bildet under viser forsete i den nederste bilen etter forsøket.



Figur 20 - Bildet viser skadene i den nederste bilen etter endt forsøk (79).



Figur 21 - Bildet viser skadene på undersiden av den øverste bilen etter endt forsøk (79).

Til sammenligning hadde motorrommet i den øverste bilen fått betydelige skader (fra undersiden) men interiøret og bilen for øvrig, var relativt upåvirket av brannen. Som figur 21 viser, var både dekk og mye plast fortsatt intakt.

Forsøket viser at selv om det var noe forkulling i den øverste bilen, vil et sprinkleranlegg i stor grad kontrollere brannen. Sammenlignet med forsøket som ble gjort uten sprinkler, er brannomfanget og skadene betraktelig mindre da brannen ikke spredte seg. Sprinkleranlegget medførte likevel at det ble produsert en del vanndamp som ga redusert oversikt over situasjonen og området rundt brannen. Det nevnes også at sprinkleranlegget kun kontrollerte brannen og slokket ikke brannen.

Med stadig mer bruk av drivstofftanker i plast øker risikoen for lekkasjer av bensin og diesel ved brann. Risikoen for lekkasjer øker betraktelig med combilifter der tilgangen til undersiden av bilen ovenfor vil være svært god. Det er gjort flere forsøk som konkluderer med at faren for lekkasje av drivstoff utgjør en stor risiko for brannspredning mellom biler. Evalueringsrapporten fra Sola-brannen i Stavanger viser bl.a. til et forsøk (80) der den midterste av tre biler ble antent. Etter kun 4 minutter tok det fyr i bensintanken og bensinlekkasjen som oppsto førte raskt til at brannen spredte seg til de to andre bilene. I et slikt scenario vil et sprinkleranlegg kunne ha en negativ effekt da den vil kunne bidra til å transportere drivstoff lengre langs bakken. I Tyskland sees derfor til skuminnblanding som en del av sprinkleranlegget. I Tyskland er det videre utarbeidet en veileder for sprinkling av automatiske parkeringsanlegg som bl.a. angir tilsetning av 3 % «film forming foam» konsentrat i vanntilførselen (78).

3.4.3 Røykventilasjon

Et av flere svært gode tiltak for å tilrettelegge for brannvesenets innsats i underjordiske parkeringskjellere er røykventilering. Et godt dimensjonert røykventilasjonsanlegg vil kunne sikre god sikt ved å holde deler av parkeringsanlegget fri for røyk. Dette vil videre sikre en effektiv rednings- og slukkeinnsats. Røykventilasjonsanlegg kan utføres enten iht. termiske eller mekaniske prinsipp. Forskjellen mellom de to prinsippene er at termisk røykventilasjon benytter de naturlige termiske egenskapene til røyken, dvs. røykens termiske drivkrefter (oppdrift). Som kjent stiger varm røyk/luft og kan således ventileres via sjakter/dører/luker o.l. strategisk plassert i arealene. Med mekanisk røykventilasjon menes røykventilasjonsanlegg som benytter brannvifter til å trekke ut røyken. Begge prinsippene er avhengig av tilluft i tillegg til «avtrekk» for at røyken skal ventileres ut.

I Norge er det vanlig å benytte seg av termiske røykventilasjon da prinsippet ikke krever sikker strømtilførsel gjennom hele brannscenario. Ofte benyttes det samme anlegget som komfortlufting i sommermånedene og for å unngå støy som følge av brannvifter er åpne luker et godt alternativ. Det nevnes videre at termisk røykventilasjon i mindre grad påvirkes av de høye temperaturene som oppstår ved brannforløp (81).

Preaksepterte ytelser i VTEK17 (23) angir at parkeringskjellere med bruttoareal under 400 m² eller parkeringskjellere som utføres med et automatiske slukkeanlegg kan utføres uten røykventilasjon. Det er i slike tilfeller tilstrekkelig med normal ventilasjon. Parkeringskjellere som utføres uten automatisk slukkeanlegg eller som oppføres med et bruttoareal over 400 m² må utføres med et røykventilasjonsanlegg. Det angis videre at røykventilasjonen må dimensjoneres for minst 1,0 m/s lufthastighet for å hindre tilbakestrømning (backlayer).

Røykventilasjon av parkeringsanlegg med hensikt å gi brannvesenet gode slukkeforhold er svært komplekst, og en rekke forhold vil kunne påvirke effekten av anlegget. Dette som f.eks. vindforhold, temperatur, høyder, utløst sprinkleranlegg, sotproduksjon o.l. For å lykkes med et godt røykventilasjonsanlegg må beregningene av anlegget være basert på en konservativ og realistisk dimensjonerende brann. Dimensjonerende brann avhenger av brannveksttid (hastighet på utviklingen) og den maksimale branneffekten.

Tidligere har det vært normalt å ta utgangspunkt i en brann med 1-3 involverte biler. Dimensjonerende brann ved prosjektering av ventilasjonsanlegg i garasjeanlegg angis i SINTEF byggforskblad 520.380 (81) å være som følger:

- Én bil: 6,0 MW
- Tre biler brenner: 8,0 MW
- Sprinklerkontrollert brann: 2,5 MW

I Nederland hvor det tradisjonelt har vært vanlig å benytte mekanisk røykventilasjon som tiltak i underjordiske parkeringsanlegg gjelder standarden «NEN 6098 Smoke control systems for powered smoke exhaust ventilators in car parks» ved prosjektering av røykventilasjon (82). Denne standarden tar utgangspunkt i 3 brennende biler med en dimensjonerende brannkurve basert på en studie utført av TNO i 2002 (69).

Brannvesenet i f.eks. Nederland var den gang skeptiske til bruk og prosjektering av mekanisk røykventilasjon som ofte har vært den tradisjonelle løsningen i lukkede parkeringsanlegg (69). Dette da de mener at brannkurvene og dimensjonerende brannscenario med tre biler ikke står i stil med utviklingen av branner i lukkede parkeringskjellere.

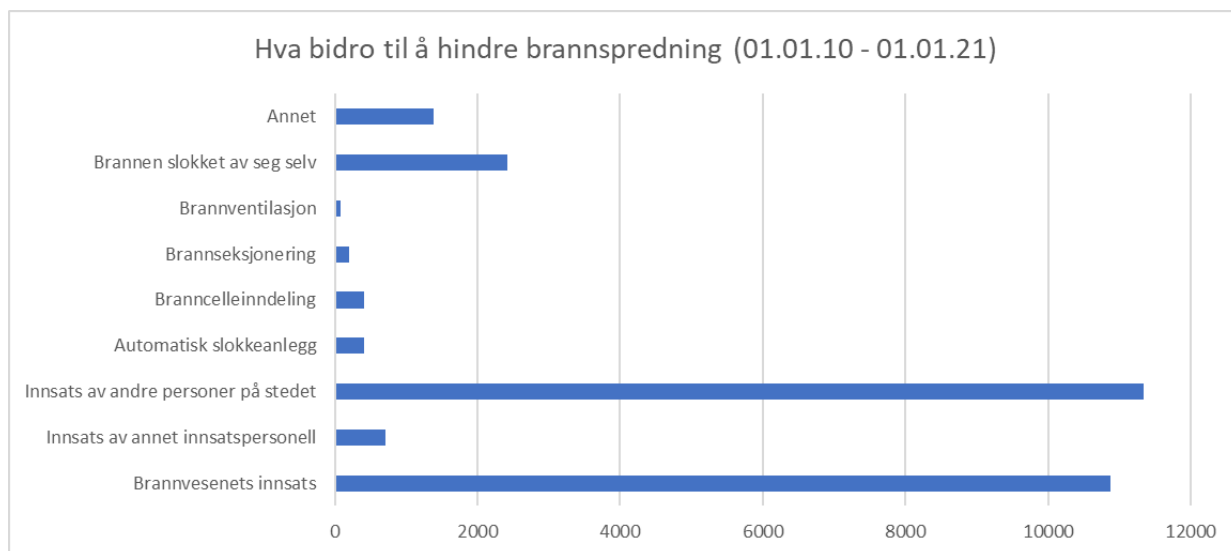
3.4.4 Automatisk brannalarmanlegg

Bakgrunnen for installering av automatiske brannalarmanlegg er hovedsakelig å varsle personer som oppholder seg i byggverket tidlig, og således sikre en rask og sikker evakuering. I tillegg til dette har brannalarmanlegg den funksjonen at det også kan varsle brannvesenet tidlig, enten direkte via alarmoverføring eller ved manuell innringing til brannvesenet. Brannalarmanlegget vil således gi en økt tilgjengelig rømningstid samt redusert innsatstid for brannvesenet. Videre vil brannalarmanlegg også kunne utføre en rekke andre oppgaver i form av styring av branntekniske installasjoner. Dette vil eksempelvis kunne være:

- Styring av ventilasjonsanlegg.
- Lukking av branndører, gardiner og porter.
- Åpning av låste rømningsdører.
- Brannparkering av heis.
- Aktivering av evt. røykventilasjonsanlegg.
- Nedstenging av strøm for f.eks. automatiske parkeringsanlegg.

Brannalarmanlegg er det tiltaket som iht. en SINTEF-rapport (83) flest oppgir å ha bidratt til å forhindre, eller begrense skader på personer så vel som materielle verdier. SINTEF angir i den samme rapporten at en undersøkelse utført i Japan konkluderer med at risikoen for at byggverk totalskades, er 3 ganger så stor i byggverk uten brannalarmanlegg sammenlignet med byggverk med brannalarmanlegg.

Automatiske brannalarmanlegg kan således tilskrives en viktig funksjon for verdisikkerheten. Effekten av tidlig varsling til brannvesenet tydeliggjøres bl.a. av statistikken under som viser hva som har bidratt til at branner ikke har spredt seg (84).



Figur 22 - Statistikk over tiltak som har stoppet brannspredning i Norge mellom 2010- 2021 (84).

En av to hovedgrunner til at brannspredning forhindres er brannvesenets- og enkeltpersoners sløkkeinnsats. Brannalarmanlegg vil bidra til at manuell sløkkeinnsats kan iverksettes raskere av personer på bygget og av brannvesenet.

Det skal nevnes at automatiske sprinkleranlegg også kan dekke funksjonen som det automatiske brannalarmanlegget har i form av tidlig varsling. Det vil da som oftest være i form av varmedeteksjon (utløst sprinklerhoder) og ikke tradisjonell røykdeteksjon.

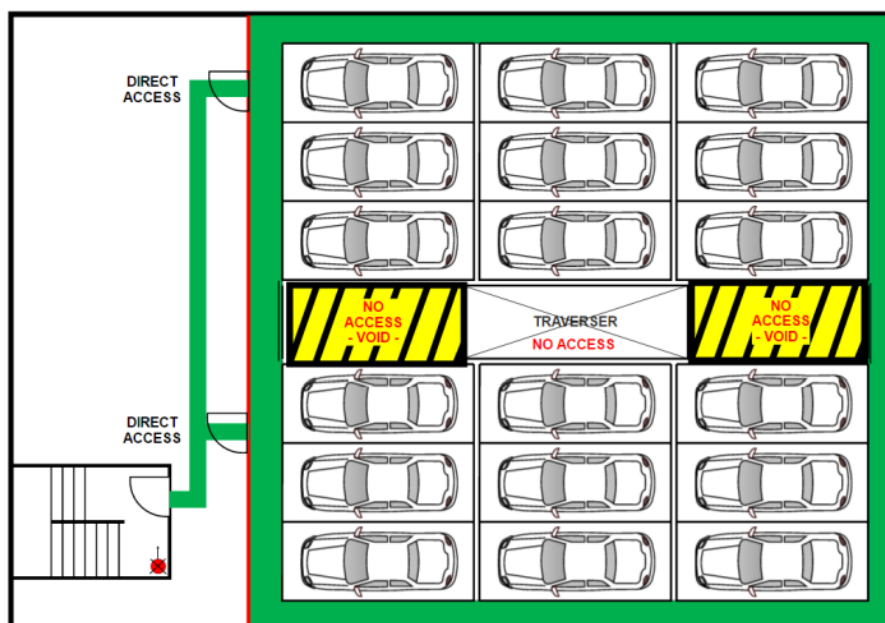
3.4.5 Tilgjengelighet for rømning og redning

Avhengig av omfang, planløsning og typen automatisk parkeringsanlegg, vil tilgjengeligheten for slokkemannskaper kunne bli vesentlig redusert sett opp mot et tradisjonelt parkeringsanlegg. VTEK 17 (23) angir følgende vedr. tilgjengelighet og avstand for redning og slokking i parkeringskjellere:

«Antall og plassering av brannvesenets angrepsveier til parkeringskjeller må være slik at alle deler av parkeringskjelleren kan nås med maksimalt 50 meter slangeutlegg fra angrepsvei».

Normalt vil det si at det kan legges et slangeutlegg på 50 m der kommunikasjonsareal mellom biler kan medtas som del av den interne angrepsveien i parkeringsarealet. Ved prosjektering av automatiske parkeringsanlegg uavhengig om det er flåteparkeringer eller combilifter, vil det være vanskelig å manøvrere seg. Det er også risiko for at det er strøm på anlegget som kan medføre støt, eller at flåtene kan flytte på seg som følge av teknisk svikt.

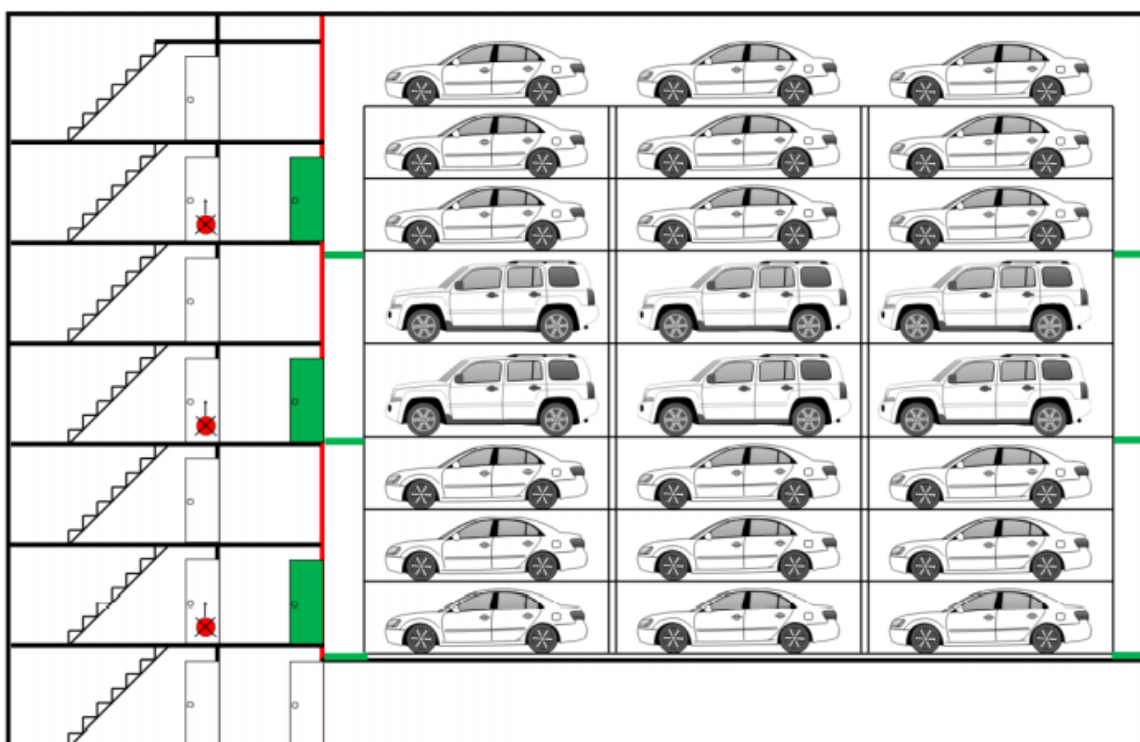
Veiledningen til det lokale brannvesenet i delstaten Victoria, Australia angir en løsning for å ivareta tilfredsstillende tilkomst for rednings- og slokkemannskaper (77). Der anbefales det å etablere en gangpassasje rundt hele det automatiske parkeringsanlegget, og at flåteparkeringer begrenses til maksimalt 3x3 plasser. Se figur 23 fra veiledningen (77) som viser eksempel på hvordan dette kan utformes.



Figur 23 - Prinsipp for tilgang til parkeringsanlegget (77).

Hensikten med gangpassasjene som vist i figur 23 er å sikre at kastelengden på brannslangene alltid vil kunne nå og dekke en bil. Gangpassasjene reduserer også sannsynligheten for at innsatsen forhindres av for mange blokkerende gjenstander mellom brannslange og bilbrannen. Forslaget med gangpassasjer vil generelt gjøre slukkeinnsatsen mye enklere brannvesenet. Løsningen vil også gi gode fluktveier for eventuelle personer som oppholder seg i parkeringsarealene.

Veilederen (77) stiller også krav om at det skal være tilgang (innsatsvei) til hver tredje etasje i automatiske parkeringsanlegg. Dersom det parkeres SUVer og andre større kjøretøyer, skal det etableres tilgang til hver andre etasje.



Figur 24 – Eksempel på adkomst for slukkemannskap i automatiske parkeringsanlegg (77).

4 Resultater

4.1 Intervjuer

I dette delkapitlet følger et sammendrag av de gjennomførte intervjuene i tillegg til relevant informasjon mottatt per e-post fra intervjuobjektene.

4.1.1 Bergen brannvesen

Etter en presentasjon av deltakerne ble intervjuet innledet med en kort introduksjon til temaet for oppgaven. De forskjellige anleggstypene, helautomatiske og semiautomatiske som beskrevet under kap. 3.3, ble så gjennomgått før man gikk videre og så på det gjeldende regelverket for prosjektering av slike anlegg.

Bergen brannvesen ved forebyggende avdeling hadde på forhånd gjort seg opp noen tanker om temaet. Brannvesenet ønsker gjerne å ha en oppdatert oversikt over slike anlegg og synes det er synd at det ikke finnes noen hjemmel om å kreve innmelding av automatiske parkeringsanlegg. Til eksempel er det i forskrift om håndtering av farlig stoff (85) krav om innmelding av farlige stoffer over gitte mengder, noe som enkelt kan gjøres gjennom internettportalen Alltinn. Brannvesenet forteller videre at det gjennomføres høringsinstanser i planfasen når f.eks. reguleringsplaner legges ut på offentlig ettersyn slik det er beskrevet under kapittel 3.1.1. Her har de mulighet til å komme med innspill. Bergen kommune har i bestemmelsene til kommuneplanens arealdel også nedfelt at brannvesenet skal oversendes alle søknader om tiltak innenfor de definerte brannsmitteområdene i Bergen for en uttalelse. Ulempen med de mulighetene brannvesenet har til å komme med innspill per i dag er at dette er tidlig i prosjektene, og det gjør det vanskelig å fange opp planlagte parkeringsanlegg/-type. Bergen brannvesen har i sin *Veiledning - tilrettelegging for innsats for rednings- og slokkemannskaper i Bergen, Osterøy, Samnanger og Vaksdal* (86) også presisert at de ønsker informasjon når automatiske parkeringsanlegg etableres. Når denne informasjonen kun står i en lokal veileder er det ikke alltid brannvesenet får informasjonen de ønsker seg, og Bergen brannvesen mener at det er synd at det ikke står mer om disse parkeringsanleggene i VTEK (23). I dag har brannvesenet en delvis oversikt over slike anlegg i Bergen som de har fått gjennom regulerings- og byggesaker. Manglende oversikt over slike parkeringsanlegg gjør det

videre vanskelig for brannvesenet å føre objektsyn mht. beredskap og evt. registrere bygninger med slike anlegg som særskilte brannobjekter.

Brannvesenet peker på dårlig tilgjengelighet som en av utfordringene med automatiske parkeringsanlegg grunnet tettere parkering. Flere biler i høyden i et parkeringsanlegg medfører også en økt brannenergi parkeringsanlegget. Beredskapsavdelingen fortalte at de ikke har hatt noen branner i slike anlegg per i dag, men dersom det skulle oppstå en brann vil det være et usikkerhetsmoment for innsatslederen om han skal sende inn mannskaper i et slikt anlegg. Dette fordi det vil være usikkerhet knyttet til konstruksjonenes brannmotstand. Beredskapsavdelingen har nylig sett på et semiautomatisk anlegg hvor utluftingsmulighetene av røyk- og branngasser var fraværende. Bortsett fra innkjøringsporten var det ingen utluftingsmuligheter, noe som betyr at brannvesenets mobile vifter ikke vil kunne flytte røyk- og branngassene ut av parkeringsanlegget. Dette resulterer i at sikten for brannmannskapene vil være svært dårlig ved brann i et parkeringsanlegg uten gode utluftingsmuligheter. Brannvesenet mener det er uheldig at de preaksepterte ytelsene i VTEK (23) angir at det er tilstrekkelig med normalventilasjon dersom en parkeringskjeller er sprinklet, fordi det gjør det vanskelig å få gjennomslag for røykventilasjonsanlegg eller gode utluftingsmuligheter i byggesakene. Brannvesenet i Oslo har f.eks. krav i sin lokale veiledning om at det må være utluftingsmuligheter i parkeringskjellere, men løsningene blir altfor ulike uten nasjonale føringer i regelverk. Det er videre ikke alle brannvesen i Norge som har egne veiledere. I semiautomatiske parkeringsanlegg hvor det kan være publikum inne i parkeringsanlegget, vil risikovurderingene som innsatslederen må gjennomføre desto vanskeligere uten tilstrekkelig sikt. Bergen brannvesen disponerer ingen slokkerobot som de kan bruke ved brann.

Beredskapsavdelingen mener tilgjengeligheten til biler som er stablet i høyden er problematisk da man ikke vil få gjennomført en ordentlig slokkeinnsats ved brann i biler som enten står over eller under dekket hvor bilene kjøres i semiautomatiske anlegg. Evt. strømbrudd i slike parkeringsanlegg er også et usikkerhetsmoment som vil gjøre det umulig å flytte biler ned eller opp, slik at slokkeinnsats kan gjennomføres. Brannvesenet mener også at det er uheldig at det ikke finnes regler for hvor ladeplasser til el-biler skal plasseres i et parkeringsanlegg. Selv om brannvesenets erfaring er at det ikke brenner oftere i el-biler enn i biler med fossilt drivstoff, vil det være vanskeligere for brannvesenet å slokke brann i el-bilens batteripakke. Brannvesenet mener det burde vært nasjonale regler eller veiledere for underjordiske parkeringsanlegg med føringer for blant annet hvor ladeplasser i slike parkeringsanlegg skal etableres. De mener myndighetene ofte er altfor passive med å komme med slike regler/veiledninger, og viser f.eks.

til solcelleanlegg hvor det var næringen selv ved Solenergiklyngen som tok initiativ for å utarbeide en brannveileder. Slike veiledere mener brannvesenet er med på å standardisere løsninger over hele landet, og det burde vært tilsvarende for automatiske parkeringsanlegg.

Brannvesenet opplever at de i møter med prosjekterende/rådgivere har liten gjennomslagskraft for sine ønsker slik som regelverket er i dag. Som regel innebærer slike møter en overordnet diskusjon om ønsker for plassering av angrepsveier, teknisk utstyr (brannalarmsentraler, nøkkelbokser), brannvannsuttak osv. Brannvesenet svarer at dersom de kunne påvirket hvordan et slikt anlegg ble prosjektert, ville de sett for seg sprinkling, røykventilasjon og muligheten for å kunne gjøre anlegget strømløst, men samtidig kunne betjene det manuelt, som aktuelle tiltak. Det vil også vært fornuftig om man klarte å seksjonere eller dele opp parkeringsanleggene i mindre deler, slik at en brann ikke omfatter et for stort areal. Brannvesenet sier videre at de gjerne kan skrive sine ønsker i den lokale veilederen, men at de ikke har noen hjemmelsgrunnlag for å kreve tiltak. Det finnes riktignok muligheter for å kreve ekstra tiltak gjennom Brann- og eksplosjonsvernloven, men dette er noe som ikke praktiseres, og ville vært en ny fremgangsmåte i Norge. Brannvesenet er ingen bygningsmyndighet og deres aksept er ikke lenger avgjørende for byggesaker. Deres opplevelse er at anbefalingene som blir angitt i veilederen følges i varierende grad i prosjektene.

Avslutningsvis understreket brannvesenet igjen at det viktig å kjenne til denne typen anlegg fordi det krever god planlegging for å kunne gjennomføre innsats i disse parkeringsanleggene med bakgrunn i de mange usikkerhetsmomentene.

4.1.2 Tromsø brann og redning KF

Tromsø brann og redning KF (Tromsø brannvesen) fortalte innledningsvis at de hadde flere automatiske parkeringsanlegg i byen, og kjente godt til denne typen anlegg. Kjennskap til parkeringsanleggene har de primært fått gjennom både tilsyn og møter med rådgivere og prosjekterende i byggesaker. Brannvesenet presiserer at de er bevisst på sin rolle i prosjekteringsfasen og at de derfor har en forsiktig tilnærming i møter med rådgivere/prosjekterende. Brannvesenet forteller at de ofte opplever dårlig radiodekning for nødkommunikasjon i denne typen parkeringsanlegg, og at prosjektene ofte overlater dette ansvaret til brannvesenet selv om VTEK (23) angir at tilfredsstillende radiodekning skal ivaretas. Tromsø brannvesen har oppfatning av at deres retningslinjer som gjelder tilrettelegging for rednings- og slökkemannskaper i stor grad blir brukt og imøtekommet av rådgivere/prosjekterende, men veilederen sier per i dag ikke noe om automatiske parkeringsanlegg.

Forebyggende- og beredskapsavdelingen var for noen måneder siden på befaring ved et av de semiautomatiske parkeringsanleggene i byen, da de var bekymret for tilkomsten i et anlegg hvor bilene er stablet over hverandre. Brannvesenet forteller at det er vanskelig å se for seg alle risikomomentene i slike parkeringsanlegg ut fra tegninger i prosjekteringsfasen, og går gjerne befaringer (objektsyn) for å danne seg et bilde og for å være i forkant når slike anlegg står ferdig. Brannvesenet har ingen komplett oversikt over automatiske parkeringsanlegg og sier at de heller ikke registreres som særskilte brannobjekter. En av grunnene er at disse anleggene ofte finnes i boligblokker og der de vil ha begrenset nytte av å gå branntilsyn pga. manglende kunnskap hos f.eks. sameier og styremedlemmer.

Tromsø brannvesen sier videre at de også har en del helautomatiske parkeringsanlegg i byen hvor de i praksis ikke vil kunne gjøre noen innsats, bortsett fra utlufting av brann- og røykgasser. Generelt vegrer brannvesenet seg for å gå altfor tett på en brann i et lukket parkeringsanlegg mht. slökkemannskapenes helse og sikkerhet. De har erfart at krav til maksimal avstand fra angrepsvei til alle deler av parkeringskjelleren kan være tøyd utover de 50 meterne VTEK (23) angir. Dette betyr i praksis at de ikke vil få gjort noen innsats da de også må overholde kravene til røykdykkerinnsats for å ivareta sikkerheten for eget personell. Dette eksempelet er et automatisk parkeringsanlegg og forholdet ble først oppdaget når bygget stod ferdig, men understreker den litt uheldige utviklingen av brannvesenets rolle i byggesaker. Ansvarlig prosjekterende som skal oppfylle gjeldende regelverk har i dette tilfellet vurdert at

løsningen er tilstrekkelig og forutsatt at det ikke skal gjennomføres innsats i deler av parkeringskjelleren, men det er ikke så lett å huske for slokkemannskapene den dagen det skulle begynne å brenne i anlegget.

Brannvesenet er også skeptiske til effekten av tradisjonelle sprinkleranlegg i automatiske parkeringsanlegg, og har også foreslått alternative slokkeanlegg i prosjekter uten å få gjennomslag for dette. Det er videre en ulempe at tidskrav til vannforsyningen for automatiske slokkeanlegg og konstruksjoners brannmotstand ikke samsvarer når brannvesenet ikke får gjort en normal slokkeinnsats i automatiske parkeringsanlegg. Brannvesenet sier at regelverket ikke er tilpasset automatiske parkeringsanlegg godt nok og at det ofte må skje en del hendelser før regelverket oppdateres.

Brannvesenet opplyser at innsats i et semiautomatisk anlegg vil bestå av en redningsfase for å redde evt. personer før man går over i en slokkefase. Brannvesenet ønsker å få flyttet en evt. bil i brann ut av parkeringsanlegget for å lette slokkearbeidet og redusere følgeskader på bygningsmassen. Dette er ikke alltid like lett i praksis og desto vanskeligere i automatiske parkeringsanlegg. Brannvesenet nevner at det er vesentlig at det finnes orienteringsplaner for at de skal kunne utføre en trygg innsats. Dersom de ikke har de nødvendige opplysningene om f.eks. konstruksjonenes brannmotstand blir også innsatsen usikker, noe som i verste fall gjør at de blir stående på utsiden av parkeringsanlegget pga. fare for sammenrasing.

Tilgjengelighet og fremkommelighet i automatiske parkeringsanlegg kan være komplisert avhengig av det enkelte parkeringssystemet, fordi de blant annet består av mange forskjellige komponenter og uisolerte stålkonstruksjoner. Med bakgrunn i dårlig tilgjengelighet for slokkeinnsats i denne typen parkeringsanlegg, understreker brannvesenet igjen viktigheten av å velge riktig type slokkeanlegg. Brannvesenet nevner her eksempelvis slokkeanlegg med skum eller gass som alternativer. I semiautomatiske parkeringsanlegg kan skum være utfordrende fordi det kan være personer til stede, men brannvesenet ønsker først og fremst at bransjen tar innover seg utfordringene og ser på egnede slokkeløsninger. Brannvesenet mener det ikke er tvil om at krav til røykventilasjonsanlegg ville hatt svært god effekt mht. både sikt og få ned temperaturen ved brann i parkeringsanlegg. Bedre siktforhold vil også kunne bidra til at brannvesenet har mulighet til å flytte basepunkt (angrepspunktet) sitt lenger inn i parkeringsanlegget samt tillate lenger røykdykkerinnsats.

Brannvesenet mener regelverket må tilpasses automatiske parkeringsanlegg bedre fordi det er vanskelig å overprøve prosjekterte løsninger når et anlegg er ferdigstilt. Kommunens byggesaksavdeling har heller ikke kompetanse til å gjøre slike vurderinger.

4.1.3 Rogaland brann- og redning IKS

Rogaland brann- og redning IKS har ikke kjennskap til noen automatiske parkeringsanlegg i Stavanger-regionen, men har nylig erfaring fra en storbrann i et tradisjonelt parkeringshus etter brannen i parkeringshuset på Sola den 7. januar 2020. Brannvesenet opplyser at de svært sjeldent går inn i parkeringsanlegg for å prøve og fjerne den brennende bilen, slik at den utfordringen vil være lik for tradisjonelle- og automatiske parkeringsanlegg. Videre forteller brannvesenet at de anser det som viktigst å etablere gode barrierer eller dele opp slike parkeringsanlegg i mindre deler for å begrense brannspredningen. Dette fordi de ser på innsatsmulighetene som risikofylt og utfordrende, bla. med bakgrunn i at disse anleggene består av en del uisolerte stålkonstruksjoner som gir en økt fare for kollaps. Brannvesenet forteller at det er ganske enkelt å håndtere brann i bil, men at det fort blir krevende når brannen får spredt seg til flere kjøretøyer. Dette er også erfaringen etter Sola-brannen hvor det var ca. 10 biler som stod i brann når brannvesenet ankom stedet. Selv om dette parkeringshuset var utendørs og definert som åpent, ble det svært varmt i parkeringshuset som senere også kollapset. Brann i et underjordisk parkeringsanlegg vil derfor medføre svært høye temperaturer, noe brannen i en parkeringsgarasje under et boligkompleks i Kongsberg den 8. november 2020 også viste. I tillegg til tiltak for å begrense brannspredningen peker brannvesenet på viktigheten av tidlig deteksjon og varsling til 110-sentral, samt et riktig dimensjonert sløkkanlegg som avgjørende faktorer for å kunne utføre en sikker og god innsats i automatiske parkeringsanlegg. Direkte varsling til 110-sentral bør være en preakseptert ytelse for automatiske parkeringsanlegg slik at brannvesenet har bedre forutsetninger for å lykkes med innsatsen. Regelverk for sprinkling må videre oppdateres/tilpasses mht. automatiske parkeringsanlegg slik at sprinkleranleggene kan dimensjoneres riktig, og begrense brannspredningen. En del av parkeringssystemene som f.eks. stableparkering kan sammenlignes med lagerreoler som sprinklerregelverket allerede omhandler. På tilsvarende måte må regelverket også omhandle sprinkling av automatiske parkeringsanlegg.

Tørt røranlegg i høyden med dyser som er tilpasset skum kan også være et aktuelt tiltak i denne typen parkingsanlegg mener brannvesenet. Videre i møtet ble ulike strategier for å trekke ut biler samt automatisk åpning av gittervegger etc. ved utløst brannalarm diskutert som mulige tiltak. Av personsikkerhetsmessige hensyn vil det i normal drift ofte være vegger/gitter rundt bilheisene/plattformene i et automatisk parkeringsanlegg, noe som vil forsinke brannvesenets innsats.

Brannvesenet opplever generelt at rådgivere/prosjekterende kontakter dem i varierende grad for å avklare innsatsforhold m.m. i byggeprosjekter. Det mest vanlige er at de kontaktes av rådgiverne dersom det prosjekteres med analyseløsninger eller fravik fra preaksepterte ytelser. Rogaland brann- og redning IKS har per i dag ingen veileder som rådgivere og prosjekterende kan bruke i byggesaker. Brannvesenet opplyser at de for automatiske parkeringsanlegg i fremtiden vil lage objektplaner og gå objektsyn, fordi disse anleggene er såpass utfordrende. Videre mener brannvesenet at regelverket må skjerpes og tilpasses automatiske parkeringsanlegg i større grad enn i dag. De forstår godt at råd og anbefalinger fra brannrådgivere ikke velges i prosjekter hvor byggherren ikke ønsker å sikre utover minimumskravene. Derfor er det veldig viktig å tilpasse regelverket slik at minimumsnivået i VTEK ivaretar utfordringene i denne typen parkeringsanlegg.

4.1.4 Oslo brann- og redningsetat

Oslo brann- og redningsetat hadde i forkant av møtet kommunisert på e-post at dette er et tema de har lite reell erfaring med, dvs. branner og slokkeinnsats. Selve parkeringsanleggene er godt kjent for brannvesenet i Oslo, og med bakgrunn i kjente problemstillinger har de ønsket å revidere sin veiledning «*Tilrettelegger – En veiledning for tilrettelegging for rednings- og slokkemannskaper i Oslo kommune*». Den reviderte veiledningen er per dags dato ikke publisert, men Oslo brann- og redningsetat har likevel gitt innsyn til både forarbeidet som har blitt gjort, samt den nye veiledningsteksten. Dette var på forhånd oversendt per e-post og under gjengis et foreløpig utkast til den nye veiledningsteksten for Oslo:

«Erfaringsmessig ser vi imidlertid at det har blitt relativt vanlig med automatiske garasjeanlegg som ikke er lukket for publikum. I stedet er de automatiserte lagringsplassene plassert inntil kjøre- og publikumsareal uten noen form for brannskille. Dette medfører at eventuelle brann- og røykgasser i parkert kjøretøy som brenner vil kunne påvirke publikum i langt større grad enn ved et lukket anlegg.

I både lukkede og åpne automatiske garasjeanlegg vil det være svært dårlig tilgjengelighet for slokkemannskaper på grunn av de mekaniske komponentene. Det vil også være umulig å trekke brennende kjøretøy ut av garasjeanlegget, dette er en innsatsstrategi som blir brukt i enkelte tilfeller hvor det er brann i Li-ion batterier (elbil), på grunn av at denne type brann er vanskelig å slokke.

I veiledning til TEK17 påpekes det at røykdykkerinnsats ikke vil kunne gjennomføres uten vesentlig fare for innsatspersonell i lukkede anlegg. Generelt så vil risikoen for personalets liv og helse alltid bli vurdert i forkant av en innsats med røykdykking. Sett opp mot dette og at det ikke skal være tilgjengelig for publikum i lukkede garasjeanlegg, vil det sannsynligvis ikke kunne iverksettes slokkeinnsats ved brann i et slikt anlegg. Dette må prosjekterende ta høyde for ved valg av løsninger.

Når det gjelder åpne automatiske garasjeanlegg så vil det, i motsetning til lukkede anlegg, være en risiko for at det er publikum i arealer som er direkte berørt av en eventuell brann. Dette medfører at sannsynligheten for at det beslutes å gjennomføre innsats øker, samtidig som det vil være vanskelig å gjøre en innsats i selve parkeringsarealene. Gode løsninger for automatiske slokkeanlegg og utlufting av røyk og branngasser vil være forhold som er avgjørende, og som prosjekterende også her må ta høyde for ved valg av løsninger.

Det er ønskelig med en form for bryter for betjening av eventuelle ladesystem til elbil og strøm til parkeringssystemet».

I forarbeidet skriver brannvesenet at de selv *«på sikt bør jobbe for at DiBK erstatter kravet i TEK om å avklare innsatsmuligheter med lokale brannvesen med en generell preakseptert ytelse om at anlegget skal prosjekteres for å slokke brann uten innsats fra røykdykkere».* På spørsmål om dette f.eks. innebærer at det burde vært krav om automatisk slokkeanlegg også i semiautomatiske parkeringsanlegg svarer brannvesenet at det de prøver å få frem, er at brannvesenet ikke skal være en del av brannsikkerhetstiltakene i et bygg. Brannvesenet skal være et tillegg som skal bidra når de implementerte tiltakene i bygget svikter. Brannvesenet ønsker ikke at brannsikkerheten i et bygg skal være avhengig av deres innsats slik at bygningseiere og prosjekterende unngår å gjøre de nødvendige tiltakene for å håndtere risikoen i bygget. De erfarer videre at brannvesenets innsats ofte kan bli brukt som et kompenserende forhold for å unngå tiltak på bygget.

Brannvesenet er forsiktig med å si hvilke tiltak de anser som mest hensiktsmessig i denne typen parkeringsanlegg, nettopp fordi de har lite erfaring med reelle hendelser (branner). De etterlyser at fagmiljøene finner effektive tiltak som kan håndtere aktuelle brannscenarioer i denne typen parkeringsanlegg i fremtiden. Erfaring fra tradisjonelle parkeringsanlegg viser imidlertid at f.eks. røykventilasjon og sprinkleranlegg fungerer greit i den anleggstypen. Brannvesenet ser på det som en utfordring at regelverket i dag «lemper» ansvar på dem siden VTEK (23) angir at det må innhentes informasjon fra brannvesenet om behov for tilgjengelighet og tilrettelegging for slokkemannskaper. Dette er en uheldig runddans med de ansvarlig prosjekterende og uten noe særlig erfaringsgrunnlag fra slike parkeringsanlegg, er det vanskelig for brannvesenet å komme med noen konkrete tiltak. Brannvesenet har derfor i større grad begynt kaste ballen tilbake til de prosjekterende ved å svare at utbyggerne må gjøre egne risikovurderinger/analyser og finne de nødvendige tiltakene selv med hensyn til et akseptabelt sikkerhetsnivå.

Brannvesenet informerte også om at de ikke har noen fullstendig oversikt over automatiske parkeringsanlegg i Oslo, men at de har noe kjennskap gjennom blant annet branntilsyn i særskilte brannobjekter (§ 13 Brann- og eksplosjonsvernloven). Brannvesenet har lite erfaring med hendelser (brann) i slike parkeringsanlegg, men sier at de har en god formening om hvordan de ville angrepet en evt. brann i et slikt anlegg basert på tradisjonelle garasjeanlegg. Brannvesenet ser videre på parkering av elbiler i helautomatiske parkeringsanlegg som

risikofylt og er bekymret for slokkemanskapens sikkerhet. Det er ikke sikkert at man i det hele tatt vil sendt slokkemannskaper inn i slike anlegg (helautomatiske). Dette er basert på hendelser hvor det har vært brann i batterier, eksempelvis i elektriske ferger. Ved slokkeinnsats i et parkeringsanlegg hvor bilene er tilgjengelig og står på ett plan, opplyser brannvesenet at de har mulighet til å trekke ut biler på opptil 2 tonn ved hjelp av en fjernstyrt slokkerobot (LUF 60), noe som vil være håpløst i et automatisk parkeringsanlegg med heiser (flere parkeringsnivåer).

Brannvesenet opplever å få henvendelser fra rådgivere/prosjekterende med bakgrunn i den preaksepterte ytelsen i VTEK (23) for helautomatiske anlegg, også når det kommer til semiautomatiske anlegg. Brannvesenet forteller at de skiller på helautomatiske- og semiautomatiske parkeringsanlegg på samme måte som denne oppgaven, men at dette kan tyde på at bransjen selv er usikre på hvor grensene går, i og med at prinsippene er like. Brannvesenet gjentar at de normalt svarer ut at de har lite erfaring med denne typen anlegg og derfor lite å bidra med.

Mange mindre brannvesen ser ofte til Oslo for råd og erfaringer, men brannvesenet sier at de ikke har et formelt samarbeid med andre brannvesen. Men selv om det ikke finnes noen formelt samarbeid med andre, påpekes det at bransjen er liten og at de snakker med andre brannvesen og har en viss dialog.

Brannvesenet forteller avslutningsvis at terskelen for at de sender inn mannskaper for å redde verdier (restverdi) øker når det ikke er personer i anlegget. De mener derfor at bygningseiere og forsikringsselskaper bør ha større interesse av å finne gode og effektive tiltak for denne typen parkeringsanlegg. Det finnes lite forskning på temaet i Norge og hvilke tiltak som er gode og effektive bør noen finne ut av.

4.1.5 Direktoratet for byggkvalitet

Intervjuet med Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) ble gjennomført som et kort telefonintervju etterfulgt av oppfølgingsspørsmål på e-post. Vidar Stenstad har godtatt bruk av navn og tittel i oppgaven og at vi kan bruke informasjon fra korrespondansen i oppgaven.

Under følger først et sammendrag av telefonintervjuet og deretter e-postkorrespondansen som inneholdt oppfølgingsspørsmål/presiseringer da samtalen ikke ble tatt opp.

På bakgrunn av at det etableres flere semiautomatiske parkeringsanlegg i Norge enn helautomatiske, ble det innledningsvis stilt spørsmål om hvorfor ikke de semiautomatiske parkeringsanleggene er omhandlet i dagens regelverk på lik linje slik som de helautomatiske. DiBK forteller at de ikke har vurdert å implementere semiautomatiske parkeringsanlegg i regelverket fordi de ikke har fått spørsmål om dette tidligere. Videre forteller DiBK at dersom denne typen anlegg bygges i Norge, er det de ansvarlig prosjekterende som har ansvaret for løsningene og at alle relevante funksjonskrav og preaksepterte ytelser gjelder.

Det ble videre nevnt at intervjuer med ulike brannvesen viser at brannvesenet stort sett anser utfordringene i hel- og semiautomatiske parkeringsanlegg som identiske. Dvs. at denne parkeringstypen medfører tettere parkering og derav høyere brannenergi i parkeringsanleggene, at det er vanskelig tilgjengelighet til kjøretøyene og generelt begrensede innsatsmuligheter. DiBK ble derfor spurt om det burde vært et krav til installasjon av sprinkleranlegg i semiautomatiske parkeringsanlegg tilsvarende som de helautomatiske. DiBK presiserer på spørsmålet at der hvor det er krav om automatisk slokkeanlegg i TEK er det mht. personsikkerhet, og at det ikke er krav til automatisk slokkeanlegg i dagens regelverk for å ivareta materielle verdier. For helautomatiske parkeringsanlegg forteller DiBK at installasjon av sprinkleranlegg kun er en preakseptert ytelse og at det må skilles mellom funksjonskravene i TEK og de preaksepterte ytelsene i veiledningen (VTEK). De preaksepterte ytelsene er ikke *krav* og det er lite sannsynlig at det innføres krav om sprinkleranlegg i denne typen byggverk. DiBK forteller videre at de har hatt samme diskusjon for tradisjonelle parkeringshus, men at det primært også her vil være snakk om materielle verdier. DiBK mener derfor at eksempelvis forsikringsbransjen heller må ta tak og kreve sprinkling. Avslutningsvis forteller DiBK at bakgrunnen for den preaksepterte ytelsen i veiledningen (VTEK) vedr. helautomatiske parkeringsanlegg er at brannvesenet ikke vil ha noen reell innsatsmulighet i et lukket parkeringsanlegg.

Under følger svar mottatt fra Vidar Stenstad i DiBK per e-post i etterkant av telefonsamtalen.

Vi forsto det som at det ikke var noen planer om å gjøre endringer på forskriften ifm. semiautomatiske garasjeanlegg (åpne anlegg). Gjelder dette også veiledningen til forskriften? Eller er aktuelt å legge til preaksepterte ytelser slik det er gjort for lukkede anlegg.

Nei, ingen planer om dette pr. i dag. Så vidt jeg husker har vi heller ikke hatt henvendelser fra brannrådgivere om behov for dette. Ellers er det jo slik at vi ikke lager nye preaksepterte ytelser straks det dukker opp en ny problemstilling. Myndighetene kan ikke «løpe foran» og lage detaljregler for innovative byggverk. Det er bl.a. derfor vi har funksjonsbaserte regler.

Vedrørende funksjonsbasert forskrift: Hvordan kan man som prosjekterende vite hvorvidt man oppfyller funksjonskravet når det ikke foreligger preaksepterte ytelser. Kan man benytte seg av de preaksepterte ytelsene tilknyttet tradisjonelle parkeringsanlegg som referansenivå også for åpne automatiske parkeringsanleggene?

Det kan gjøres komparative analyser der det finnes et sammenlignbart referansebyggverk. Ellers må det gjøres en risikoanalyse. Veil. til TEK17 viser til NS 3901 Krav til risikovurdering av brann i byggverk.

For å spørre på en annen måte, kan man sidestille disse to åpne parkeringsarealene under? Ref. funksjonskravet skal en brann lett kunne lokaliseres og bekjempes, men ulike brannvesen vi har kontaktet mener det er stor forskjell ift. sløkkeinnsatsen.



Figur 25 - Figur som ble vedlagt i mailkorrespondansen med DiBK (53).

Dette kan vi dessverre ikke uttale oss om. Dette må vurderes av ansvarlig prosjekterende i konkret byggesak.

4.1.6 Sweco Norge AS og Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF)

Intervjuobjektet har uttalt seg på vegne av sin stilling i Sweco Norge AS og ikke Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF).

Intervjuobjektet har oppfatning av at automatiske parkeringsanlegg har kommet mer og mer de siste årene og ser disse i stadig større grad i prosjekter han er involvert i. Han forteller at regelverket i Norge stort sett har blitt til ved å se på hva som har fungert tidligere. De siste årene har imidlertid brannenergien i bilene økt vesentlig og ved å plassere disse over hverandre som i enkelte av disse automatiske parkeringsanleggene får man høyere brannenergi enn tidligere og flere biler som inngår i en brann. Generelt er underjordiske parkeringsgarasjer noe av det brannvesenet er mest redd for med bakgrunn i at det vil være veldig vanskelig å orientere seg, lave takhøyder, høy varmeutvikling og mye røyk. Dette medfører at brannvesenet i mange tilfeller sliter med å finne ut av hvilken bil som i det hele tatt brenner. Når man nå introduserer reolsystemer med parkerte biler i parkeringskjellere, vil det være en *helt* annen oppgave for brannvesenet. Dette er noe nytt som kommer og regelverket er derfor modent for en gjennomgang, ikke bare mht. automatiske parkeringsanlegg men også tradisjonelle anlegg. Etter brannen i parkeringshuset på Sola gikk myndighetene (DiBK) ut og sa at det var entydig og klart hvordan slike parkeringshus skulle bygges, noe det overhodet ikke er. Regelverket i dag omhandler ikke denne typen byggverk og dette medfører at rådgivere prosjekterer ulike løsninger hvor de som ønsker å være seriøse og tenker risiko, ofte blir valgt bort fordi det blir for dyrt å bygge.

Automatiske parkeringsanlegg har ikke vært et stort tema for diskusjon i fagmiljøet eller i RIF, men det har vært mange diskusjoner etter Sola-brannen. Her er de største fagmiljøene samstemt om at parkeringshuset var prosjektert og bygd slik regelverket er ment å fungere, og at dersom man ønsker å mene noe om det, må man se på og stille strengere krav i regelverket. I etterkant av Sola-brannen uttalte DiBK f.eks. at det er rådgiverens ansvar å ivareta at funksjonskravet blir ivaretatt og hvis det medfører at de prosjekterte løsningene ikke er gode nok, må man prosjektere med strengere krav enn de preaksepterte ytelsene. Dette mener intervjuobjektet blir feil og er en ansvarsfraskrivelse. Det kan ikke være slik man ikke kan følge preaksepterte ytelser og at det er rådgiverens ansvar å ta stilling til om de preaksepterte ytelsene er gode nok. Det er myndighetenes ansvar og fortelle rådgiverne hvor lista skal ligge og rådgiverne kan heller ikke finne ut hva som er *godt nok* når myndighetene aldri har plassert lista. Dette er en svakhet ved regelverket i dag og medfører at man får ulike fortolkningsdiskusjoner om det som står i

regelverket, og hva det betyr. Derfor er brannrådgiveren kjent for å være en «vinglepetter» hvor man kan få ulike svar ettersom hvem man spør. Regelverket mangler gode funksjonsbaserte forskriftstekster og angir i dag veldig runde formuleringer, uten å si hva som er godt nok eller hvor lista ligger. Derfor blir veiledningen (VTEK), i mangelen på noe annet, brukt som en slags fasit for hva som er riktige løsninger. Denne typen parkeringsanlegg med stableparkering, flåteparkering etc. er ikke omhandlet i det hele tatt i VTEK.

Når man prosjekterer utenfor regelverkets gyldighetsområde skal man plassere byggverket i brannklasse 4, og faglig sett mener intervjuobjektet at det kanskje er riktig å gjøre dette med slike parkeringsanlegg slik som regelverket er i dag. På den måten kan man gjøre de nødvendige vurderingene om hva som vil være godt nok og et tilfredsstillende sikkerhetsnivå. Utfordringen vil være at enkelte fortsatt vil kunne se på slike anlegg som tradisjonelle parkeringskjellere med en teknisk installasjon i, som regelverket nettopp omhandler.

Intervjuobjektet har inntrykk av denne typen parkeringsanlegg er upløyd mark også for brannvesenet, og at man får ulike svar avhengig av hvem man snakker med. RIF som er en rådgiverorganisasjon jobber også opp mot myndighetene for å tilrettelegge regelverk. RIF har bedt om et møte med DSB og DiBK fordi rådgiverne er frustrert over at mange brannvesen ikke vil snakke med rådgiverne i prosjekteringsfasen, fordi de ikke ønsker å ha noe ansvar i prosjekteringen. RIF arbeider derfor med en veileder/dokument som blant skal plassere ansvaret slik at brannvesenet kan være trygge på at det er rådgiverne som sitter med ansvaret. Bakgrunnen for at man ønsker dialog med brannvesenet er at man skal kunne innhente innspill og erfaringer. Med et funksjonsbasert regelverk er dette en viktig input for å kunne dokumentere at de prosjekterte løsningene er gode nok.

Intervjuobjektet ville ha kontaktet lokalt brannvesen for å finne ut hvordan man kan tilrettelegge best mulig for brannvesenet, uavhengig om det er et semiautomatisk eller et helautomatisk parkeringsanlegg som skulle vært prosjektert. Dette er etter hans mening en viktig forutsetning for å kunne prosjektere et automatisk parkeringsanlegg. På generelt grunnlag bør en tenke på sprinkleranlegg, røykventilasjon og gode angrepsveier for brannvesenet når slike parkeringsanlegg prosjekteres. Personsikkerheten vil sjelden være et tema og det er dermed verdisikkerhet og tilrettelegging for brannvesenet som hovedsakelig må ivaretas.

5 Diskusjon

5.1 Generelle betraktninger

Det har vært en økende interesse og diskusjon om branner i parkeringsanlegg blant de branntekniske miljøene både i Norge og internasjonalt den senere tiden. Dette fordi det de siste årene har vært en rekke eksempler på store branner i parkeringsanlegg både her i Norge og i utlandet. På den siste SFPE-konferansen i mars 2021 ble brann i parkeringsanlegg viet stor oppmerksomhet. Blant trendene som ble presentert på konferansen var brannutviklingen i parkeringshus, hvor man i dag ser at brannspredning i biler går raskere og at det ofte er flere biler involvert i brannene. Dette er en sterk kontrast til tidligere erfaringer med branner i parkeringsanlegg hvor en bilbrann sjeldent spredte seg til flere biler. Bakgrunnen for denne endringen og utviklingen har flere årsaker. Først og fremst har bilparkens utvikling siden 1990-tallet vært stor mht. materialbruk, størrelse og drivstoff samtidig som avstanden mellom parkerte biler er blitt mindre. En del av bakgrunnen for økt brannspredning mellom bilene skyldes bilindustriens økende bruk av brennbare materialer fremfor ubrennbare som var mer vanlig tidligere. I tillegg til at brannenergien generelt øker ved bruk av mer plast og brennbare materialer, er bilmodellene blitt både lengre, bredere og høyere. Markedet tiltrekkes den siste tiden også mot de store SUV-modellene, som øker gjennomsnittsstørrelsen på bilparken betraktelig. Til sammen medfører disse endringene i bilparken at brannenergien og således varmeavgivelsesraten eller Heat Release Rate (HRR) ved en bilbrann også har økt. En studie (72) utført i New Zealand konkluderer med at en referansekurve for en bilbrann i dag, gir en HRR på 8 MW. Tidligere har det vært vanlig å benytte seg av rundt 5 MW (73). Med andre ord viser studien fra New Zealand en økning på 60 % i varmeavgivelsesraten. Denne økningen i kombinasjon med at avstanden mellom parkerte biler i parkeringsanleggene stadig blir mindre som følge av økt størrelse på bilene er i hovedsak bakgrunnen for den økte brannspredning.

Endringene i brannforløp og brannomfang har relativt liten innvirkning på personsikkerheten fordi parkeringsanleggene som regel kun innehar sporadisk personopphold. Det er videre vanlig å ha tilstrekkelige brannskiller mot tiliggende arealer samt øvrige deler av byggverket. Det økende brannomfanget er i seg selv ikke nødvendigvis kritisk, hvis regelverk og nødvendige tiltak utvikler seg tilsvarende. Utfordringene i dag er at regelverket, dimensjoneringskriterier

for bilbranner og brannsikringstiltakene i all hovedsak er basert på erfaringer fra 20-30 år tilbake. Eksempelvis angir SINTEF byggforskblad 520.380 (81) at røykventilasjonsanlegg i garasjer kan dimensjoneres basert på tre biler i brann, noe som oppgis å gi en branneffekt på 8 MW. Dette er ganske ulikt de nyere verdiene studien fra New Zealand angir (72). Det kan her også nevnes at det aktuelle byggforskbladet ikke har blitt oppdatert siden 2006.

Det er interessant å se utviklingen som har skjedd mht. brannutvikling og brannspredning i parkeringsanlegg og den manglende tilpasningen av regelverk og prosjekteringspraksis. Ved introduksjon av automatiske parkeringsanlegg vil denne problematikken akselereres ytterligere, og i større grad også påvirke brannvesenets innsats. Semiautomatiske parkeringsanlegg som flåteparkeringer og combilifter reduserer avstanden mellom parkerte biler i enda større grad. For combilifts og lignende parkeringssystemer som stabler biler i høyden, vil brannspredningen kunne skjer enda raskere enn tidligere. Brann i slike anlegg vil kunne medføre at flammer fra en bilbrann når de parkerte bilene over. Videre vil varmestrålingsintensiteten bli svært stor, noe som vil medføre økt fare brannspredning. Det faktum at det stables i høyden medfører også at de øverste bilene blir stående i den varmeste delen hvor røyklaget vil legge seg. Det er ikke funnet eksempler på reelle branner i automatiske parkeringsanlegg som kan være med på å underbygge denne teorien ifm. denne oppgaven. Det er likevel nærliggende å tenke basert på kjente brannspredningsmekanismer at brannspredningen i et automatisk parkeringsanlegg vil øke, sammenlignet med tradisjonelle parkeringsanlegg. Dette gjelder spesielt i parkeringsanlegg uten automatiske slokkeanlegg eller tilstrekkelige dimensjonerte røykventilasjonsanlegg, som det ikke stilles et direkte krav til per i dag.

I tillegg til utfordringene rundt størrelsen på et potensielt brannforløp forringes tilkomsten for brannvesenet ved bruk av automatiske parkeringsanlegg. De automatiske parkeringsanleggene bygges stort sett bygges under bakkenivå som medfører at situasjonen ofte blir svært uoversiktlig og vanskelig å håndtere uten gode ventilasjonsmuligheter. Dette i kombinasjon med at brannvesenet i liten grad vil risikere slokkemannskapenes sikkerhet for å redde materielle verdier i anleggene, gjør at sjansen for at brannvesenet slokker og forhindrer brannspredning reduseres betraktelig. Dette bekreftes også av både intervjuer med brannvesen så vel som generelle betraktninger som ble lagt frem ved SFPE-konferansen i mars 2021 (74).

Semiautomatiske parkeringsanlegg etableres i all hovedsak som del av boligbygg per i dag. Som angitt i TEK 17 (8) skal det prosjekteres med et sprinkleranlegg i risikoklasse 4 (boligbygg) med krav til heis. Videre skal eventuelle deler av et byggverk med og uten

automatisk slokkeanlegg, skilles som ulike brannseksjoner. Som følge av dette vil de aller fleste semiautomatiske parkeringsanlegg i praksis utføres med et automatisk slokkeanlegg, selv om det isolert sett ikke kreves for parkeringskjelleren.

Som del av litteraturstudiet har det ikke lyktes å finne dokumentasjon på effekten av et tradisjonelt sprinkleranlegg prosjektert iht. gjeldende sprinklerstandard NS-EN 12845 (76). Økt brannenergi i biler og stabling av disse, vil kunne antas å påvirke effekten av et ordinært sprinkleranlegg. Ved å se på løsninger for reolsprinkling samt sprinklerstandardens inndeling i ulike fareklasser som blant annet avhenger av brannenergien, er det grunnlag for å tro at et tradisjonelt sprinkleranlegg med sprinklerhoder i tak ikke vil være tilstrekkelig. Forsøk utført av BRE (79) viste at en utvidet sprinklerbeskyttelse vil kunne kontrollere brann i automatiske parkeringsanlegg. Land som Tyskland og Australia har utviklet standarder og veiledninger for sprinkling av automatiske parkeringsanlegg med en tilsvarende sprinklerkonfigurasjon. Dette gjør det nærliggende å tenke at sprinkleranlegget bør fortettes.

Siden parkeringskjellere i Norge kan utføres uten mekanisk røykventilasjon dersom de utføres med et automatisk slokkeanlegg eller har et areal mindre enn 400 m², er ikke røykventilasjonsanlegg veldig vanlig i Norge (23). Resultater fra intervjuene med brannvesenet viser likevel at riktige dimensjonerte røykventilasjonsanlegg kan gi en enklere slokkeinnsats, og at det derfor i større grad bør vurderes som et tiltak av rådgivere i automatiske parkeringsanlegg. Hverken intervjuobjektene eller litteraturstudiene har gitt konkrete svar på hvilket brannscenario som bør velges for dimensjonering av røykventilasjonsanlegg.

5.2 Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap

Generelt vil brann i en parkeringskjeller være vanskelig for brannvesenet å håndtere med bakgrunn i lav takhøyde, høy varmeutvikling og mye røyk som derigjennom medfører redusert eller ingen sikt. Automatiske parkeringsanlegg introduserer nye usikkerhetsmomenter for brannvesenet i form av fare for sammenrasing av konstruksjoner på grunn av uisolerte stålkonstruksjoner, strøm i selve parkeringssystemet som kan medføre støt, og økt brannomfang pga. tettere parkering. Det vil også være mer utfordrende eller umulig, avhengig av parkeringsnivå, å trekke ut eventuelle biler fra slike parkeringsanlegg.

Resultater fra intervjuene viser at det ikke alltid kan påberegnes innsats fra brannvesenet i helautomatiske parkeringsanlegg. I følge DiBK er det med bakgrunn i dette at VTEK (23) angir automatisk slokkeanlegg som preakseptert ytelse for helautomatiske parkeringsanlegg. Intervjuene viser videre at de semiautomatiske parkeringsanleggene også vil medføre mer utfordrende innsatsforhold for slokkemannskaper, sammenlignet med tradisjonelle parkeringsanlegg. Dette innebærer blant annet redusert tilgjengelighet til parkerte biler som vil kunne være parkert over eller under nivået brannvesenet utfører sin innsats fra, i tillegg til momentene nevnt over vedrørende varmeutvikling, kollaps og strømførende installasjoner. Selv i de enkleste semiautomatiske parkeringsanleggene, som for eksempel flåteparkeringer, vil det kunne være nødvendig å klatre over biler for i det hele tatt å komme frem til bilene innerst i et parkeringsanlegg. Enkle anbefalinger fra brannvesenet i sine prosjekteringsveiledere med hensyn til utforming av parkeringsanleggene, kan bidra til at dette forbedres betraktelig. Det kan for eksempel ses til hvordan brannvesenet i Victoria (Australia) har implementert slike anbefalinger i sin veiledning om automatiske parkeringsanlegg (77), tilpasset sin beredskap, materiell og utstyr.

Intervjuene med brannvesenet viser at slokkemannskapenes sikkerhet er høyt prioritert ved innsats, noe som betyr at de i ytterst få tilfeller vil prioritere å redde materielle verdier ved slokkeinnsats. Slik regelverket er i dag, er det en rekke semiautomatiske parkeringsanlegg som vil gå under radaren til brannvesenet. Dette bekreftes også i intervjuene med brannvesenet som ikke har fullstendig oversikt over lokalisering eller antall automatiske parkeringsanlegg i sin kommune. Dette har sannsynligvis sin naturlige forklaring i at VTEK (23) kun stiller krav om å innhente informasjon fra brannvesenet ifm. brannprosjektering av helautomatiske parkeringsanlegg. Enkelte brannvesen, som for eksempel brannvesenet i Tromsø, gjennomfører objektsyn og utarbeider objektplaner for sin innsats når anleggene er tas i bruk.

Intervjuene med ulike brannvesen viser at de sitter på varierende kunnskap om automatiske parkeringsanlegg. Litteraturstudiene som har blitt gjort ifm. denne oppgaven viste b.la. at New Zealand i 2017 slo sammen alle sine kommunale brannvesen til ett statlig brannvesen. I Norge har vi fremdeles kommunale brannvesen uten noe formelt samarbeid på tvers av kommunene. Det er rimelig å anta at ett felles brannvesen slik som på New Zealand, eller regionale som i Australia, ville bidratt til økt kunnskapsnivå blant brannvesen i Norge. Videre ville det gjort det lettere å utvikle nasjonale eller regionale veiledere, systemer for eksempelvis innrapportering av automatiske parkeringsanlegg samt oversikt over særskilte brannobjekter. Eksempler på gode og spesifikke veiledere om ulike temaer fra brannvesen i både Australia og New Zealand underbygger dette.

En struktur og organisering med nasjonalt- eller regionale brannvesen ville også forenklet prosjektering i byggesaksfasen, siden rådgivere ikke ville vært avhengig av å forholde seg til like mange brannvesen som i dag. Det er i dag mange ulike meninger og ønsker vedrørende temaet fordi Norge består av veldig mange kommuner, noe som ikke gjør prosjekteringsarbeidet enklere for rådgiverne. Som et eksempel på hvordan et nasjonalt eller regionale brannvesen kunne vært organisert i Norge, kan man se til organiseringen av politiet i Norge.

5.3 Er dagens regelverk godt nok?

Både brannvesen og rådgivere har gjennom arbeidet med denne oppgaven gitt uttrykk for at dagens regelverk er modent for oppdatering med hensyn til automatiske parkeringsanlegg. Det er en viss usikkerhet i bransjen vedrørende automatiske parkeringsanlegg og hvilket sikkerhetsnivå som gjelder ved prosjektering. Dette skyldes til dels på grunn av vage funksjonskrav i TEK (8) samt mangel på preaksepterte ytelser i VTEK (23). Helautomatiske parkeringsanlegg er riktignok omhandlet i VTEK (23), men det er en tydelig overvekt av semiautomatiske parkeringsanlegg i Norge som ikke er omhandlet. Når det heller ikke finnes generelle anbefalinger, veiledninger eller prosjekteringsløsninger fra leverandører og aktører i byggenæringen, er resultatet at disse parkeringsanleggene prosjekteres ulikt fra prosjekt til prosjekt. Ulike prosjekteringsløsninger skyldes ikke bare de ansvarlige rådgiverne, men også ulike svar fra brannvesenet med bakgrunn i varierende kunnskapsnivå.

Myndighetene ved DiBK sier at de ikke har planer om å gjøre endringer i regelverket med hensyn til automatiske parkeringsanlegg, og peker på at regelverket er funksjonsbasert og at det

er rådgivernes ansvar å ivareta funksjonskravene. Det kan virke som myndighetene anser dette som tradisjonelle parkeringsanlegg, noe det ikke vil være med hensyn til brannutvikling, brannomfang og innsats fra brannvesenet. Semiautomatiske parkeringsanlegg er som nevnt ikke omhandlet i dagens regelverk, noe som er merkelig med bakgrunn i at dette er den mest utbredte typen automatiske parkeringsanlegg iht. salgs- og markedsansvarlig i P-plan AS. Til sammenligning kjenner ikke P-plan AS til noen helautomatiske parkeringsanlegg i Norge, men disse er altså omhandlet i regelverket.

Det er problematisk for bransjen at denne typen parkeringsanlegg ikke er omhandlet i dagens regelverk, og at det heller ikke finnes annen informasjon som kan benyttes for prosjektering av disse parkeringsanleggene. For brannrådgivere betyr det at de ikke vil ha et referansenivå ved prosjektering av semiautomatiske parkeringsanlegg. Når funksjonskravene i TEK (8) mht. tilrettelegging for redning- og slökkemanskap er vage og angir at «byggverk skal tilrettelegges slik at en brann lett kan lokaliseres og bekjempes», medfører dette at de prosjekterte løsningene i stor grad vil variere fra prosjekt til prosjekt. Rådgivere som ønsker å være seriøse og tenker risiko kan oppleve å bli valgt bort fordi det blir for dyrt å bygge med omfattende tiltak. Myndighetene bør komme på banen vedrørende de semiautomatiske parkeringsanleggene og definere et sikkerhetsnivå som kan benyttes for prosjektering og utførelse. Dette trenger nødvendigvis ikke å bety at automatiske parkeringsanlegg skal sikres mer enn andre typer parkeringsanlegg, men det handler om å sette et sikkerhetsnivå som bransjen kan forholde seg til. Vurderingene omkring dette må myndighetene eller øvrige sentrale aktører i byggenæringen utføre. Inntil dette skjer kan rådgivere som prosjekterer slike parkeringsanlegg f.eks. vurdere å plassere disse parkeringsanleggene i brannklasse 4, slik det er vanlig å gjøre i Danmark. Dette medfører at dokumentasjonsomfanget i byggesaken øker. Utfordringen med dette vil være å samkjøre en slik praksis blant alle rådgivere. For at dette skal fungere må myndighetene angi dette som eksempel på byggverk som skal prosjekteres i brannklasse 4, slik de har gjort i VTEK (23) for andre bygningstyper.

Manglende krav til automatiske parkeringsanlegg er ikke bare en utfordring for brannprosjekteringen, men også for prosjektering av sprinkleranlegg. Gjeldende sprinklerstandard, NS-EN 12845 (76), har per i dag ingen spesifikke føringer for hvordan parkeringsanlegg med parkering i høyden skal sprinkles. Dersom det hadde vært et regelverk omkring prosjektering av automatiske parkeringsanlegg, er det også naturlig å tenke at standarder for tekniske installasjoner som brannalarmanlegg, sprinkleranlegg og røykventilasjon ble oppdatert. Hvis forsikringsbransjen representert ved FG Skadeteknikk for

eksempel skulle ønske å innføre regler om slokkeanlegg i automatiske parkeringsanlegg, er det mulig å se til tilgjengelig dokumentasjon og løsninger i utlandet. Både Tyskland og Australia har føringer for konfigurasjon og utførelse av sprinkleranlegg i automatiske parkeringsanlegg.

Selv om automatiske parkeringsanlegg har eksistert lenge i utlandet, er det langt fra alle land som har et regelverk som omhandler dette spesifikt. Litteraturstudiet mht. regelverk i utlandet har vært begrenset i denne oppgaven, men av undersøkte land var det kun USA og New Zealand som hadde konkrete krav til automatiske parkeringsanlegg. I begge tilfeller var det krav til automatisk sprinkleranlegg. I England er det eksempelvis kun krav til røykventilasjon, men branner i parkeringsanlegg er et tema som diskuteres i bransjen der med bakgrunn i at det har vært flere branner de siste årene. Det er altså bare ikke Norge som henger etter med oppdatering og tilpasning av regelverket. Mengden brennbare materialer i bilene og introduksjon av innovative parkeringsløsninger er noe de fleste land opplever, men det er som nevnt ikke bare Norge som mangler et tilpasset regelverk.

6 Konklusjon

Hovedmålet med oppgaven var å kartlegge *erfaringer og tiltak ved brannprosjektering av automatiske parkeringsanlegg*. Oppgaven har gjennom litteraturstudier og intervjuer klart å belyse temaet, samt aktuelle utfordringer som automatiske parkeringsanlegg introduserer. Det er avdekket utfordringer med hensyn til prosjekteringen av automatiske parkeringsanlegg samt forhold som påvirker slokkeinnsatsen. Inndelt i hovedtemaer kan funnene i oppgaven oppsummeres som følgende:

Bilbranner i dag er ikke slik de var på 90-tallet mht. branneffekt, brannutvikling og brannspredning/-omfang. Utviklingen av biler har de siste tiårene vært at størrelsen på bilene vokser og at det bilene inneholder mer brennbare materialer enn tidligere. Parkeringsplassene har derimot ikke blitt større, noe som resulterer i at en bilbrann i dag oftere sprer seg til flere biler. Automatiske parkeringsanlegg må kunne antas å forverre situasjonen ytterligere.

Brannprosjektering av automatiske parkeringsanlegg og særskilt semiautomatiske parkeringsanlegg er utfordrende fordi denne parkeringstypen ikke er omhandlet i gjeldende regelverk. Usikkerheten medfører at rådgivere i dag som regel kontakter brannvesenet for å få innspill og støtte mht. valg av løsninger og fastsetting av sikkerhetsnivået i det enkelte prosjekt. Dette gjør at anleggene blir prosjektert forskjellig fra gang til gang. Inntil videre må de ansvarlige prosjekterende vurdere å plassere byggverk med denne typen parkeringsanlegg i brannklasse 4.

Regelverket er mangelfullt siden det ikke finnes preaksepterte ytelser som angir et sikkerhetsnivå som kan benyttes ved brannprosjektering av semiautomatiske parkeringsanlegg. Det er synd at regelverk og prosjekteringspraksis ofte ikke endres før det har vært større hendelser. For å redusere usikkerheten rundt prosjekteringen av automatiske parkeringsanlegg og spesielt semiautomatiske, bør myndighetene vurdere å gjennomgå regelverket. Inntil videre kan myndighetene vurdere å gi føringer på at slike anlegg skal prosjekteres i brannklasse 4. SINTEF må også vurdere å se på egne anvisninger i Byggforskserien som omhandler bilbranner. Nyere studier fra utlandet viser at dimensjonerende branneffekt som i dag oppgis iblant annet SINTEF Byggforskserien, kan ha endret seg vesentlig. Sprinkleranlegg vil kunne være et svært aktuelt tiltak også i semiautomatiske parkeringsanlegg. Standarder for

prosjektering av sprinkleranlegg må derfor videreutvikles og tilpasses automatiske parkeringsanlegg.

Brannvesenet må oppdatere sin kunnskap og erfaring om automatiske parkeringsanlegg. Dette kan de gjøre i form av teoriutdanning, øvelser og ikke minst samarbeid med andre land hvor automatiske parkeringsanlegg har eksistert i lengre tid. Per i dag er det ingen brannvesen i Norge som har fullstendig oversikt over automatiske parkeringsanlegg i sin kommune. På sikt bør det derfor utvikles systemer for innmelding av anleggene, slik at brannvesenet kan få oversikt og eventuelt utarbeide spesifikke innsatsplaner der dette anses som nødvendig. Flere brannvesen har gitt uttrykk for usikkerhet vedrørende slokkeinnsats i automatiske parkeringsanlegg. Brannvesenet kan derfor med fordel være mer proaktive og oppdatere sine veiledere om temaet, da brannvesenet selv sier at disse i stor grad følges av de prosjekterende.

7 Forslag til videre arbeid

Tematikken rundt brannprosjektering av automatiske parkeringsanlegg er omfattende og kompleks, og det vil uten tvil finnes mange meninger om hvordan sikkerhetsnivået bør defineres i fremtiden. Oppgavens formål har som det er nevnt innledningsvis vært å synliggjøre og skape en oversikt over de branntekniske utfordringene som automatiske parkeringsanlegg medfører. Videre har hensikten vært å danne et grunnlag for videre arbeid med retningslinjer og veiledere for prosjektering av anleggene. Oppgaven har satt et overordnet lys på utfordringene og mulige tiltak. Det vil likevel være nødvendig å foreta dypere analyser av hvordan problemstillingene skal håndteres før endring av regelverk, utarbeidelse av veiledninger o.l.

For å ta kunne danne seg et komplett bilde av de branntekniske utfordringene og mulighetene samt for å kunne konkludere med tiltak er det listet opp en rekke forslag til videre arbeid:

1. Hvilke tiltak vil være fornuftig i et rent økonomisk perspektiv?

- Dersom myndighetene skal vurdere tiltak og sikkerhetsnivå må det gjøres økonomiske betraktninger i form av kost-/nytte analyser. Dette er spesielt sentralt da utfordringene først og fremst er tilknyttet verdisikring. Oppgaven har i svært liten grad inkludert analyser som viser økonomiske konsekvenser ved brannforløp i automatiske parkeringsanlegg eller kostnader for tiltak.

2. Hvordan påvirkes brannsikkerheten og risikoen for brann i automatiske parkeringsanlegg av elbiler, ladestasjoner og evt. hydrogenbiler?

- Oppgaven har i liten grad medtatt effekten av elbiler og vanskelighetene rundt slokking av brann i batteripakker. Risiko for antennelse ifm. lading av elbiler er også et tema som ikke er omtalt som del av denne rapporten. Kombinasjonen av batteripakker så vel som hydrogenbiler og automatiske parkeringsanlegg bør undersøkes videre.

3. Hvordan kan automatiske parkeringsanlegg effektivt sprinkles i praksis?

- Det vil være svært interessant å se nærmere på hvordan sprinkleranleggene kan optimaliseres for å kunne kontrollere og hindre brannspredning i automatiske parkeringsanlegg. Dette både med tanke på f.eks. plassering av sprinklerhoder og evt. innblanding av skum. I et litt større perspektiv må sprinklerstandarder og veiledere på sikt tilpasses automatiske parkeringsanlegg.

4. Kan utfordringene tilknyttet brann i automatiske parkeringsanlegg løses med passive brannsikringstiltak?

- Som del av oppgaven er det først om fremst de aktive branntekniske tiltakene som er omhandlet. En interessant vinkling vil være å se på passive brannsikringstiltak i form av seksjoneringsarealer, forsterkede krav til bæresystem og dekker, angrepsveier etc.

5. Vil systemtilpassede sprinkleranlegg medføre for store kostnader, og vil bruk av slokkegasser eller vanntåke-systemer kunne være et bedre alternativ?

- Bruk av vanntåkeanlegg eller slokkegass som f.eks. Inergen kan være interessante tiltak som et alternativ til sprinkleranlegg. Disse anleggene vil potensielt enklere kunne benyttes i komplekse automatiske parkeringsanlegg.

Referanseliste

1. Statistikkbanken. Prisindeks for nye boliger. Oslo: Statistisk sentralbyrå; 2021. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/11386/>
2. Statistikkbanken. Prisindeks for utleie av næringseiendom. Oslo: Statistisk sentralbyrå; 2021. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/11574/>
3. Boligprisstatistikk - Prisutvikling for Oslo [Nettside]. Eiendomsmegler Krogsven AS [lest 10. februar 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.krogsven.no/prisstatistikk/oslo>
4. Boligprisstatistikk - Prisutvikling for Trondheim [Nettside]. Eiendomsmegler Krogsven AS [lest 10. februar 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.krogsven.no/prisstatistikk/trondheim>
5. Brannstatistikk. Oppdragstype. Tønsberg: Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap; 2021. Tilgjengelig fra: <https://www.brannstatistikk.no/brus-ui/search>
6. Dalland O. Metode og oppgaveskriving for studenter. 4 utg. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag; 2007.
7. Beck SE, Manuel K. Practical research methods for librarians and information professionals: Neal-Schuman Publishers New York; 2008.
8. Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift). FOR-2017-06-19-840. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/forskrift/2017-06-19-840>
9. Ordlister for oppgaveskriving [Nettside]. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet [lest 2. mai 2021]. Tilgjengelig fra: <https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Ordlister+for+oppgaveskriving>
10. NTNU-Undervisning. Litteraturstudie som metode. 19. desember 2018.
11. NTNU-Undervisning. Intervju som forskningsmetode. 19. desember 2018.
12. Wilson V. Research methods: interviews. Evidence Based Library and Information Practice 2012;7(2):96-8.
13. Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen. FOR-2002-06-26-729. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/forskrift/2002-06-26-729>
14. Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften). FOR-2010-03-26-488. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/forskrift/2010-03-26-488>
15. Kildekritikk [Nettside]. Store norske leksikon [lest 21. februar 2021]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/kildekritikk>
16. Prosjektere [Nettside]. Store norske leksikon [lest 16. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/prosjektere>
17. Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven). LOV-2008-06-27-71. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/lov/2008-06-27-71>
18. Reguleringsplaner [Nettside]. Narvik kommune [lest 23. februar 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.narvik.kommune.no/tjenester/plan-bygg-eiendom-kart-og-miljo/finn-reguleringsplaner/>
19. Vedtatt detaljreguleringsplan - Narvik sykehus [Nettside]. Narvik kommune [lest 23. februar 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.narvik.kommune.no/kunngjoringer-og-horinger/vedtatt-detaljreguleringsplan-narvik-sykehus.348394.aspx>
20. SINTEF. Byggforskserien 241.010 Saksbehandling, ansvar og kontroll i byggesaker. 2016. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/33/saksbehandling_ansvar_og_kontroll_i_byggesaker
21. Veiledning om byggesak. HO-1/2011. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/sak/>
22. Krav til byggverk og kommunens rolle [Nettside]. Direktoratet for byggkvalitet [lest 6. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/om-oss/Nyhetsarkiv/Fagartikkel-om-krav-til-byggverk-og-kommunens-rolle/>

23. Veiledning om tekniske krav til byggverk. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>
24. Building Process in Chicago Illinois [Nettside]. New York Engineers [lest 26. februar 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.ny-engineers.com/blog/building-process-in-chicago-illinois>
25. ICC and NFPA Codes and Standards: A Basic Guide [Nettside]. Quick Response Fire Supply [lest 26. februar 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.qrfs.com/blog/313-icc-and-nfpa-codes-and-standards-a-basic-guide/>
26. NFPA. 101 Life Safety Code. National Fire Protection Association; 2021.
27. NFPA. 5000 Building Construction and Safety Code. National Fire Protection Association; 2021.
28. NFPA. 88A Standard for Parking Structures National Fire Protection Association; 2019.
29. International Fire Code. ICC IFC-2021. Tilgjengelig fra: <https://codes.iccsafe.org/content/IFC2021P1>
30. International Building Code. ICC IBC-2021. Tilgjengelig fra: <https://codes.iccsafe.org/content/IBC2021P1>
31. The Building Regulations Advisory Committee (BRAC) - About us [Nettside]. GOV.UK [lest 6. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.gov.uk/government/organisations/building-regulations-advisory-committee/about>
32. The Building Regulations 2010. 2010 No 2214. Tilgjengelig fra: <https://www.legislation.gov.uk/uksi/2010/2214/contents/made>
33. Fire safety: Approved Document B. Tilgjengelig fra: <https://www.gov.uk/government/publications/fire-safety-approved-document-b>
34. Byggeloven. LBK nr 1178. Tilgjengelig fra: <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2016/1178>
35. Bygningsreglementet Tilgjengelig fra: <https://byggningsreglementet.dk/>
36. Har funksjonsbaserte byggeregler gitt innovasjon og utvikling? [Nettside]. Direktoratet for byggkvalitet [lest 23. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/regelverksutvikling/har-funksjonsbaserte-byggeregler-gitt-innovasjon-og-utvikling>
37. BRANZ. Build 142 - A Code to build by. New Zealand: 2014. Tilgjengelig fra: <https://www.buildmagazine.org.nz/assets/Uploads/Build-142-49-Feature-Uniquely-NZ-A-Code-To-Build-By.pdf>
38. Temaveiledning for kommunalt tilsyn. HO-2/2012. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/saksbehandling/kommunalt-tilsyn/temaveiledninger/tilsyn/>
39. Building Act 2004. 2004 No 72. Tilgjengelig fra: <https://legislation.govt.nz/act/public/2004/0072/latest/whole.html#DLM306036>
40. Building Regulations 1992 - Schedule 1. SR 1992/150. Tilgjengelig fra: <https://www.legislation.govt.nz/regulation/public/1992/0150/latest/DLM162576.html#DLM164793>
41. How the Building Code works [Nettside]. Ministry Of Business, Innovation And Employment [lest 24. februar 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.building.govt.nz/building-code-compliance/how-the-building-code-works/>
42. Building and maintaining New Zealand's homes and buildings [Nettside]. Ministry Of Business, Innovation And Employment [lest 24. februar 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.mbie.govt.nz/building-and-energy/building/building-and-maintaining-new-zealands-homes-and-buildings/>

43. C/AS1 Acceptable Solution for Buildings with Sleeping (residential) and Outbuildings (Risk Group SH). Tilgjengelig fra: <https://www.building.govt.nz/building-code-compliance/c-protection-from-fire/c-clauses-c1-c6/acceptable-solutions-and-verification-methods/>
44. C/AS2 Acceptable Solution for Buildings other than Risk Group SH. Tilgjengelig fra: <https://www.building.govt.nz/building-code-compliance/c-protection-from-fire/c-clauses-c1-c6/acceptable-solutions-and-verification-methods/>
45. Fire and Emergency New Zealand - Our story [Nettside]. Fire and Emergency New Zealand [lest 24. februar 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.fireandemergency.nz/about-us/our-story/>
46. Operations FaENZ. F5-13 GD - Firefighting operations on multi-tiered vehicle stacking buildings. New Zealand: 2018. Designer's guide. Tilgjengelig fra: <https://www.buildmagazine.org.nz/assets/Uploads/Build-142-49-Feature-Uniquely-NZ-A-Code-To-Build-By.pdf>
47. Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift). FOR-2010-03-26-489. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/forskrift/2010-03-26-489>
48. Fullautomatiske P-løsninger [Nettside]. P-Plan AS [lest 22. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.p-plan.no/produkter/fullautomatiske-p-losninger.html>
49. About Robotic Parking Systems, Inc [Nettside]. Robotic Parking Systems, Inc [lest 22. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.roboticparking.com/about-us/>
50. Helautomatiske parkeringssystemer [Nettside]. Metrisk Systemparkering AS [lest 22. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <https://metrisk.no/produkt/helautomatiske-parkeringsystemer>
51. SINTEF. Byggforskserien 520.315 Brannbeskyttelse av stålkonstruksjoner. 2004. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/314/brannbeskyttelse_av_staalkonstruksjoner
52. OBRE. Parkeringskjellere i Europa. Oslo: Oslo Brann- og redningsetat 2009. Tilgjengelig fra: <https://www.nblf.no/MineFiler/Dokumenter/Nyhet/090107%20STUDIERAPPORT%20Parkeringskjellere%20i%20Europa.pdf>
53. Combilift 543 [Nettside]. Metrisk Systemparkering AS [lest 22. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <https://metrisk.no/produkt/combilift-543>
54. Parking Platform 501 [Nettside]. Metrisk Systemparkering AS [lest 22. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <https://metrisk.no/produkt/parking-platform-501>
55. Bilheistype MOB [Nettside]. Metrisk Systemparkering AS [lest 22. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <https://metrisk.no/produkt/bilheis-type-mob>
56. Turntable 505 [Nettside]. Metrisk Systemparkering AS [lest 22. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <https://metrisk.no/produkt/turntable-505>
57. BAFSA. Sprinklers in Car Parks. Storbritannia: British Automatic Fire Sprinkler Association 2020. Tilgjengelig fra: <https://www.bafsa.org.uk/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2020/10/BIF10a.pdf>
58. RISE. Evaluering av brann i parkeringshus på Stavanger lufthavn Sola 7. januar 2020. Trondheim: RISE Fire Research AS 2020. Tilgjengelig fra: https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/rapporter/andre-rapporter/rise-rapport-2020_43_evaluering-av-brann-i-parkeringshus-pa-stavanger-lufthavn-sola_2020-06-26.pdf
59. BRE. Fire spread in car parks (BD2552). Storbritannia: Building Research Establishment 2010. Tilgjengelig fra: <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20120919204054/http://www.communities.gov.uk/documents/planningandbuilding/pdf/1795610.pdf>

60. Vegvesen S. Veg- og gateutforming (Håndbok N100) Oslo: 2019. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/attachment/61414>
61. SINTEF. Byggforskserien 312.130 Parkeringsplasser og garasjeanlegg 2015. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/61/parkeringsplasser_og_garasjeanlegg#i951
62. SINTEF. Byggforskserien 322.112 Parkeringsplasser og garasjeanlegg i boligstrøk. Planlegging. 1979. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/historicaldocument/download/6900/parkeringsplasser_og_garasjeanlegg_i_boligstroek_planlegging
63. Office H. Fires In Car Parks Attended By Fire And Rescue Services And Non-Fatal Casualties And Fire-Related Fatalities In Those Fires, England. Storbritannia: GOV UK; 2021. Tables A3a and A3b. Tilgjengelig fra: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/957729/fires-car-parks-attended-fire-rescue-services-non-fatal-casualties-fire-related-fatalities-in-fires-england.ods
64. Fentahun MA, Savas M. Materials used in automotive manufacture and material selection using ashby charts. Int J Mater Eng 2018;8(3).
65. Metal vs. Plastic [Nettside]. Sustained Quality Group [lest 24. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <http://www.sustained-quality.com/metal-vs-plastic/>
66. Europe Plastics Demand By Segment [Nettside]. Plastics Insight [lest 24. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.plasticsinsight.com/europe-plastics-demand-segment/>
67. Plastics use in vehicles to grow 75% by 2020 [Nettside]. Plastics Today [lest 24. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.plasticstoday.com/automotive-and-mobility/plastics-use-vehicles-grow-75-2020-says-industry-watcher>
68. The Car Size Evolution [Nettside]. Zuto Car Finance [lest 24. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.zuto.com/car-size-evolution/>
69. Terlouw K. The fire safety of car parks: Focussing on structural damage. Delft University of Technology: 2019. Tilgjengelig fra: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:eef3e542-c2f9-4e2a-ae21-eae8fff1732a?collection=education>
70. Deckers X. Objectifying the Safety Level in Underground Car Parks. Foredrag på SFPE Virtual Europe Conference 24. - 25. Mars 2021.
71. Statistikk med salg av elbiler i Norge [Nettside]. Norsk elbilforening [lest 25. mars 2021]. Tilgjengelig fra: <https://elbil.no/elbilstatistikk/elbilsalg/>
72. BRANZ. Car Parks – Fires Involving Modern Cars and Stacking Systems - SR 255. New Zealand: 2011. Tilgjengelig fra: https://d39d3mj7qio96p.cloudfront.net/media/documents/SR255_Car_parks_-_Fires_involving_modern_cars_and_stacking_systems.pdf
73. SINTEF. Brannteknisk prøving og dokumentasjon av vann- og frostsikringsmaterialer i vegg-tunneler Trondheim: 1998. Tilgjengelig fra: <https://risefr.com/media/publikasjoner/upload/stf22-a98839.pdf>
74. Leur PVD. Challenges in the Fire Safety of New and Existing Car Parks. Foredrag på SFPE Virtual Europe Conference 24. - 25. Mars 2021.
75. Major underground car park fire in Warsaw [Nettside]. European Fire Sprinkler Network [lest 2. april 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.eurosprinkler.org/major-underground-car-park-fire-in-warsaw/>
76. Norge S. Faste brannsløkkesystemer — Automatiske sprinklersystemer — Dimensjonering, installering og vedlikehold. Standard Norge; 2015.
77. Group FFSA. Buildings Incorporating Automated Vehicle Parking Systems (AVPS). Australia: Fire Rescue Victoria (FRV) 2019. Tilgjengelig fra:

- <https://www.frv.vic.gov.au/sites/default/files/2020-09/FRV%20Fire%20Safety%20Guideline%20-%20GL-32%20-%20Buildings%20Incorporating%20Automated%20Vehicle%20Parking%20Systems%20%28AVPS%29.pdf>
78. VdS. VdS CEA 4001en - Sprinkler Systems, Planning and Installation. VdS; 2021.
 79. BRE. Sprinkler Protected Car Stacker Fire Test. Storbritannia: Building Research Establishment 2009. Tilgjengelig fra:
https://www.bre.co.uk/filelibrary/pdf/rpts/BRE_Global_Client_Report_no_signatures.pdf
 80. Li Y. Assessment of vehicle fires in New Zealand parking buildings. 2004.
 81. SINTEF. Byggforskserien 520.380 Røykkontroll i bygninger. 2006. Tilgjengelig fra:
https://www.byggforsk.no/dokument/321/roeykkontroll_i_bygninger
 82. NEN. Smoke control systems for powered smoke exhaust ventilators in car parks. NEN; 2012.
 83. SINTEF. Effekt av brannverntiltak – vegger og sprinkler. 2002. Tilgjengelig fra:
<https://risefr.com/media/publikasjoner/upload/nbl10-a01118.pdf>
 84. Brannstatistikk. Hva bidro til å hindre brannspredning. Tønsberg: Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap; 2021. Tilgjengelig fra:
<https://www.brannstatistikk.no/brus-ui/search>
 85. Forskrift om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen. FOR-2009-06-08-602. Tilgjengelig fra:
<https://lovdata.no/forskrift/2009-06-08-602>
 86. Brannvesen B. Veiledning - tilrettelegging for innsats for rednings- og slokkemannskaper i Bergen, Osterøy, Samnanger og Vaksdal Bergen: Bergen Brannvesen 2019. Tilgjengelig fra:
<https://www.bergen.kommune.no/innbyggerhjelpen/brannvern-samfunnssikkerhet-og-beredskap/brann-og-redning/meldinger-og-bestillinger-til-brannvesenet/sorg-for-tilrettelegging-for-innsats-fra-brannvesenet>

