



FORSVARSBYGG

# Del III-E2

## Prosjekteringskrav for bygg og anlegg i Forsvarsbygg

Versjonsdato: 10.01.2026



# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Generelt</b>	<b>5</b>
1.1	Innledning	5
1.2	Motstrid mellom krav og varslingsplikt	5
1.3	Avvik fra prosjekteringskravene	6
1.4	Relevante tilleggsdokumenter	6
1.5	Generelle krav og rammebetingelser for prosjekteringen	7
1.5.1	Innledning	7
1.5.2	Leirplaner og områdeplanlegging	7
1.5.3	Sikkerhet og sikring	7
1.5.4	Kulturminner	8
1.5.5	Utomhus	8
1.5.6	Utforming av landskap	9
1.5.7	Utforming av bygg og anlegg	9
1.5.8	Arkitektonisk utforming	9
1.5.9	Miljøhensyn	10
1.5.10	Energieffektive bygg	10
1.5.11	Implementering av universell utforming	10
<b>2</b>	<b>Bygning</b>	<b>12</b>
20	Bygning, generelt	12
21	Grunn og fundamenter	13
22	Bærende konstruksjoner	13
222	Søyler	13
223	Bjelker	13
23	Yttervegger	13
232	Ikke bærende yttervegger	13
234	Vinduer, dører, porter	13
235	Utvendig kledning og overflate	14
237	Solavskjerming	14
238	Utstyr og komplettering for yttervegger	14
24	Innervegger	14
241	Bærende innervegger	14
242	Ikke-bærende innervegger	14
244	Vinduer, dører og foldevegger	14
246	Kledning og overflate	15
25	Dekker	15
255	Gulvoverflate	15
257	Systemhimlinger	15
26	Yttertak	15
261	Primærkonstruksjon for yttertak	15
262	Taktekking	16
268	Utstyr og kompletteringer for yttertak	16
27	Fast inventar	16
28	Trapper, balkonger m.m.	16
<b>3</b>	<b>VVS-installasjoner</b>	<b>17</b>
30	VVS-installasjoner, generelt	17
31	Sanitær	18
314	Armaturer for sanitærinstallasjoner	18
315	Utstyr for sanitærinstallasjoner	18
316	Isolasjon av sanitærinstallasjoner	19
32	Varme	20
324	Armaturer for varmeinstallasjon	21
325	Utstyr for varmeinstallasjoner	22
326	Isolasjon av varmeinstallasjoner	22
329	Andre deler av varmeinstallasjoner	22
33	Brannsløkking	23
34	Gass og trykkluft	23
35	Varmpumpe- og kuldeinstallasjoner	23

36	Luftbehandling	23	
365	Utstyr for luftbehandling	25	
366	Isolasjon av installasjon for luftbehandling	26	
37	Komfortkjøling	27	
<b>4</b>	<b>Elkraftinstallasjoner</b>		<b>27</b>
40	Elkraftinstallasjoner, generelt	27	
41	Basisinstallasjoner for elkraft	27	
411	Kabelføring for elkraftinstallasjoner	27	
412	Jording for elkraftinstallasjoner	28	
413	Lynvern	28	
42	Høyspent forsyning	28	
43	Lavspent forsyning	28	
431	Installasjoner for elkraftinntak	29	
432	Installasjoner for hovedfordeling	29	
433	Elkraftfordeling til alminnelig forbruk	30	
434	Elkraftfordeling til driftstekniske installasjoner	31	
435	Elkraftfordeling til virksomhet	32	
44	Lys	32	
442	Belysning	32	
443	Nødlis	35	
45	Elvarme	36	
452	Varmeovner	36	
453	Varmeelementer for innbygging	36	
46	Reservekraft	36	
461	Elkraftaggregater	36	
462	Avbruddsfri kraftforsyning	36	
47	Lokal elkraftproduksjon	37	
471	Solceller	37	
<b>5</b>	<b>Ekonom og automatisering</b>		<b>42</b>
51	Basisinstallasjoner for ekonom og automatisering	42	
511	Kabelføring	42	
512	Jording	42	
514	Inntak for ekonom og automatisering	42	
515	Fordelinger for ekonom og automatisering	43	
53	Telefoni og personsøking	43	
532	Telefoni	43	
54	Alarm og signal	43	
542	Brannalarm	43	
543	Adgangskontroll, innbrudds- og overfallsalarm	43	
56	Automatisering	44	
562	Sentral driftskontroll og automatisering	45	
563	Lokal automatisering	50	
564	Installasjoner for bussystemer	52	
565	Installasjoner for FDVUS: Administrative systemer	52	
<b>6</b>	<b>Andre installasjoner</b>		<b>53</b>
61	Prefabrikkerte rom	53	
611	Prefabrikkerte kjølerom	53	
612	Prefabrikkerte fryserom	53	
62	Person- og varetransport	53	
621	Heiser	53	
65	Avfall og støvsuging	53	
651	Utstyr for oppsamling og behandling av avfall	53	
<b>7</b>	<b>Utendørs</b>		<b>54</b>
71	Bearbeidet terreng	54	
712	Drenering	54	
714	Grøfter og groper for tekniske installasjoner	54	
72	Utendørs konstruksjoner	55	
727	Kummer og tanker for tekniske installasjoner	55	
73	Utendørs røranlegg	56	

731	Utendørs VA	56	
732	Utendørs varme	57	
736	Utendørs luftbehandlingsanlegg	57	
737	Utendørs forsyningsanlegg for termisk energi	57	
74	Utendørs elkraft	58	
743	Utendørs lavspent forsyning	58	
744	Utendørs lys	59	
745	Utendørs elvarme	59	
<b>8</b>	<b>Brannsikkerhet</b>		<b>59</b>
8.1	Brannsikkerhetsstrategi	59	
8.1.1	Branntegninger	59	
8.2	Kontroll av produksjonsunderlag, utførelse, FDV- og produktdokumentasjon	60	60
8.3	Evakueringsplan	60	
8.4	Brannceller og -seksjonering	60	
8.5	Rømningsveier	60	
8.6	Røykkontroll	60	
8.7	Manuell brannslukking	61	
8.8	Automatiske sløkkeanlegg	61	
8.9	Nød- og ledesystem, samt merking av sikkerhetsutstyr	61	
8.9.1	Elektriskbaserte nød- og ledesystemer	61	
8.10	Brannalarmanlegg	62	
8.11	Solcelleanlegg	62	
8.12	Energilagringssystemer (BESS)	63	
<b>9</b>	<b>POL-anlegg (Petroleum, oil and lubricants)</b>		<b>64</b>
9.1	HMS	64	
9.2	Ventilasjon HMS	67	
9.3	Tank	67	
9.4	Ventiler og utstyr	69	
9.5	Elektrisk utstyr på tank og kabinett/pumperom	70	
9.6	Kabinett/pumperom	70	



# 1 Generelt

## 1.1 Innledning

Dokumentet angir tekniske beskrivelser og presiseringer og skal legges til grunn for alle prosjekter relatert til fremskaffelse og fornyelse av byggverk og byggetekniske installasjoner. Eksempler på dette kan være investeringsprosjekter, brukerdefinert utvikling (BDU), tilleggstjeneste og utskifting av komponenter i forbindelse med vedlikeholdsprosjekter. Kravene er supplerende til de tekniske kravene som stilles i offentlige regelverk og bransjestandarder.

Prosjekteringskravene vil som hovedregel være angitt som funksjonskrav, men i mange tilfeller er også funksjonskravene omsatt til ytelseskrav. Kravbeskrivelsene i påfølgende kapitler er i hovedsak systematisert i henhold til bygningsdelstabell NS 3451. Krav relatert til brannsikkerhet er sammenfattet i kapittel 8. Dokumentet angir også tekniske krav som skal brukes i forbindelse med prosjektering av POL-anlegg (petroleum-, oil- and lubricants) i kapittel 9.

**Figur 1** Illustrasjon av gjeldende kravhierarki for utvikling av Forsvarsbyggs sine eiendommer, bygg og anlegg.



Det gjøres oppmerksom på hierarkiet illustrert ovenfor kun gir uttrykk for tankegangen bak fastsettelsen av krav. I de konkrete oppdragene vil kontraktens spesifikke krav normalt ha rang foran generelle krav.

Prosjekteringskravene gjelder både for rene rådgivnings-/prosjekteringsoppdrag og for totalentrepriser, om ikke annet kommer frem av sammenhengen. Oppdragstaker benevnes som prosjekterende videre i dokumentet.

## 1.2 Motstrid mellom krav og varslingsplikt

Dersom prosjekterende oppdager at det foreligger motstrid mellom spesifikke krav og generelle krav, eller motstrid mellom krav oppstilt i de ulike fagkapitlene, skal han varsle Forsvarsbygg i henhold til kontraktens regler for dette, slik at Forsvarsbygg kan gi anvisning på hvordan motstridssituasjonen skal løses.

### 1.3 Avvik fra prosjekteringskravene

Prosjekterende kan foreslå avvik fra prosjekteringskravene. Begrunnelse og beskrivelse av avvik med fordeler/ulempen inkludert innvirkning på investering- og driftskostnader skal oversendes Forsvarsbyggs prosjektleder for beslutning.

### 1.4 Relevante tilleggskrav

Oversikt over relevante tilleggskrav som gir utfyllende bestemmelser utover de kravene som kommer frem i prosjekteringskravene.

**Følgende dokumenter kan lastes ned fra Forsvarsbyggs fildelingsplattform:**

<http://joint.prosjekthotell.com/eroom/>. Påloggingsnavn: raadgivende@forsvarsbygg.no, passord: Ingeniør1

- Del III-E2 Vedlegg Interiørguide
- Del III-E2 Vedlegg Veileder kabling samt installasjon Elås og TV-Internett (bolig og kvarter)
- Del III-E2 Vedlegg Saksbehandling ved tiltak på kulturhistorisk EBA
- Del III-E2 Vedlegg Håndbok for skyte- og øvingsfelt\*
- Del III-E2 Vedlegg AV-H-U007 Rehabilitering av flyplassdekker. Se eget vedlegg.

*\*For baner og anlegg i skyte- og øvingsfelt gjelder spesielle krav til materialvalg og fysisk utforming. Dette relaterer seg spesielt til hvordan sikkerheten til 1., 2. og 3.person skal kunne ivaretas tilstrekkelig ved bruk av anleggene. Det foreligger også krav til utforming som skal ivareta de miljømessige konsekvensene av aktiviteten.*

**Alle som produserer grafisk materiell, trykksaker, eller andre produkter som skal bære Forsvarsbyggs logo, plikter å følge retningslinjene i profilprogrammet:**

<https://www.forsvarsbygg.no/profil>

- Skiltprogram for forsvarssektoren og veiledning for innvendig og utvendig skilting i militærleirer, skytefelt og på festningene
- Dørmaler
- Designmanual

### 1.5 Generelle krav og rammebetingelser for prosjekteringen

#### 1.5.1 Innledning

De generelle kravene og rammebetingelsene i dette punktet (1.5) gjelder generelt for all prosjektering for Forsvarsbygg.

Forsvarsdepartementets føringer tilsier at sektorens bygg skal ha en nøktern standard, fleksible løsninger og følge relevante bransjestandarder. All prosjektering skal søke å oppfylle disse målene som er satt av departementet.

All prosjektering skal søke å holde kostnadene så lave som mulig innenfor de fastsatte krav.

#### 1.5.2 Leirplaner og områdeplanlegging

De prosjekterende skal hensynta aktuelle leirplaner i prosjekteringen. I en leirplan angis planene for arealformål basert på en ønsket utvikling og plassering av eiendom-, bygg- og anleggsfunksjoner på en base eller leir, med utspring iblant annet operative og sikkerhetsmessige planverk. Leirplanene sier også noe om hvilke bygg som kan utrangeres, og hvordan områder kan restruktureres.

Forsvarsbygg har bygg med standardiserte funksjoner som for eksempel mannskapskaserner, – forlegninger, lager og garasjebygg. Disse skal baseres på preaksepterte løsninger godkjent av bruker og skal benyttes.

Dette er spesielt viktig der eiendommen er omgitt av store naturverdier. Estimerer for den totale avrenningen til omgivelsene må tidlig avklares i et helhetlig perspektiv slik at de beste løsningene kan velges tidlig og dermed unngå en lang rekke påfølgende dyre nødløsninger på et senere tidspunkt.

### 1.5.3 Sikkerhet og sikring

Sikkerhet er et sentralt tema for all eiendom, bygg og anlegg (EBA) som Forsvarsbygg etablerer, drifter eller avhender. Sikkerhet i denne sammenheng betyr alt arbeid som bidrar til å redusere risikoen for tilsiktede uønskede handlinger, og vil i varierende grad påvirke både prosjekteringen og det som blir prosjektert. Ikke alle tiltak vil være berørt av sikkerhet i like stor grad, men det viktig at man har et bevisst forhold til hva som gjelder. Prosjektsikkerhetsleder (PSL) kan kontaktes dersom det er behov for bistand.

#### Prosjektering

Sikkerhet er et viktig område i forbindelse med prosjektering, og det er derfor nødvendig med en egen prosjektsikkerhetsorganisasjon som bidrar til at ulik informasjon om prosjektet ikke blir kjent for uvedkommende. Dette vil kunne påvirke hvordan selve prosjekteringen kan gjennomføres med tanke på f.eks. egnede lokaler, IKT-løsninger osv.

Krav til ulike sikkerhetstiltak kan også påvirke selve løsningen i stor grad, så det er avgjørende at sikkerhet inkluderes tidlig i prosjekteringen som et premissgivende fag.

#### Lov og forskrift innen sikkerhet

Kravene til sikkerhet har som formål å beskytte nasjonale sikkerhetsinteresser, og har sitt utspring i lov om nasjonal sikkerhet (sikkerhetsloven), forskrift om virksomheters arbeid med forebyggende sikkerhet (virksomhetssikkerhetsforskriften) og forskrift om sikkerhetsklarering og annen klarering (klareringsforskriften).

Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan og bygningsloven/ PBL) § 20-7 og § 20-8 gir anledning til unntak fra offentlig saksbehandling for Forsvaret der bruk av skjermingsverdig informasjon er påkrevd eller at tiltaket berører et skjermingsverdig objekt. I prosjekter hvor disse unntaksbestemmelsene vurderes nødvendig påhviler det Forsvaret å se til at øvrige bestemmelser gitt i eller i medhold av PBL blir overholdt, henviser til «Prosedyre for anvendelse av plan- og bygningsloven § 20-7» i Forsvarsbyggs kvalitetssystem.

#### Rådgivning

Nasjonalt kompetansesenter for sikring av bygg (NKSB) skal bidra til å dekke statens samlede behov for tjenester innenfor beskyttelse, sikring og skjerming av eiendom, bygg og anlegg. NKSB kan bistå med både risikovurdering med kravstilling, og risikohåndtering med konkrete råd til sikkerhetstiltak.

### 1.5.4 Kulturminner

Forsvarsbygg er den største forvalteren av kulturminner i landet. En stor andel av Forsvarsbyggs eksisterende bygningsmasse er fredet/vernet, og rutiner for tiltak på kulturhistorisk eiendom, bygg og anlegg er redegjort for i dokumentet «Saksbehandling ved tiltak på kulturhistorisk EBA» i Forsvarsbyggs kvalitetssystem.

Forsvarsbyggs kulturhistoriske EBA er registrert i egne verneplaner, utarbeidet i et samarbeid mellom Forsvarsbygg og Riksantikvaren. I tillegg utarbeides det forvaltningsplaner for disse bygninger, som gir

føringer for forvaltningen og inneholder anbefalinger for tiltak og metoder for vedlikehold og restaurering. Formell vernestatus er oppgitt i Forsvarsbyggs eiendomsregister.

Den vernede bygningsmassen er en viktig ressurs, og den vil gi lesbar identitet og militærhistorisk tyngde til omgivelsene de er en del av. I tillegg kan den vernede bygningsmassen utgjøre et mulig potensial for å imøtekomme Forsvarssektorens miljøstrategi om å ta i bruk eksisterende bygningsmasse fremfor å bygge nytt.

Kulturminneavdelingen i miljøseksjonen er Forsvarsbyggs interne ressurs for bl.a. kulturminnefaglig rådgivning, prosjektering og tilstandsanalyser. Alle tiltak på kulturhistorisk EBA må vurderes av avdelingen, slik at Forsvarsbyggs forpliktelser ift. kulturminneloven og avtaler med kulturmiljømyndigheten blir fulgt opp. Det må derfor påregnes samarbeid med denne avdelingen i forbindelse med arbeider som berører kulturminner.

### 1.5.5 Utomhus

For alle enkeltbygg eller grupper av nye og eksisterende bygninger skal prosjekterende utarbeide en fullstendig og detaljert utomhusplan som viser trafikkarealer, logistikkflyt, sammenheng mellom eksisterende landskapskvaliteter og nytt anlegg, eksisterende og foreslått vegetasjon, massehåndtering, klimatilpassing og materialbruk. Ved valg av materialer (inkludert masser og beplantning) og løsninger skal det legges vekt på miljøhensyn, enkelt vedlikehold, samt robust og varig materialstandard. I utomhusarealer i tilknytning til fly-operative flater skal sikkerhetsvurderinger dokumenteres særskilt.

Det må undersøkes om det finnes fremmede arter (uønskede) eller rødlistede arter (truede som skal tas vare på) på arealet som vil bli berørt av tiltaket. Eventuell forurensing i grunnen må sjekkes ut. Dette er kunnskap som kan være avgjørende for plassering av bygg eller massehåndtering under tiltaket og det kan være behov for nye kartlegginger. Ved funn av fremmede arter eller forurenset grunn er det egne prosedyrer for håndtering. Man skal i størst mulig grad prøve å få til gjenbruk av masser. I mange tilfeller er sortering av masser en viktig del av prosjektet, der stein, sandholdig jord, mer næringsrik jord og toppmasser skal sorteres og legges på mellomlager slik at det kan gjenbrukes på en fornuftig måte. Toppmasser som inneholder en frøbank av lokal, naturlig vegetasjon, er i mange tilfeller svært egnet til revegetering i etterkant av tiltak.

### 1.5.6 Utforming av landskap

I landskapsbearbeidingen er det vesentlig å ta hensyn til områdets egenkarakter. Kostnadene ved terrengbearbeiding skal begrenses.

I de tilfeller der en stedsanalyse er gjort, vil landskapets oppbygging og særtrekk være beskrevet i denne analysen. For mindre prosjekter der det ikke er gjort en særskilt stedsanalyse, skal prosjektet foreta en vurdering av terrengets beskaffenhet og byggenes plassering i forhold til dette.

Områdets egenkarakter» må inkludere økosystemer i tillegg til de tradisjonelle fysiske egenskapene (hellingsgrad, helningsretning, høydekurver osv.). Eksisterende våtmark og andre naturtyper må videreføres gjennom og etter anleggsfasen. Sektorens miljøstrategi må ligge til grunn ved utforming av landskap og det er derfor viktig å tenke på om det skal være naturlige områder og ikke bare park og asfalt på området etter tiltaket. Økosystemtjenester (de tjenestene vi får fra naturen i form av rensing av vann og luft, flomdemping, karbonlagring, pollinering mv) må gjenskapes gjennom både anleggsfasen og driftsfasen av prosjektet. Det stilles krav til at prosjekterende dokumenterer denne vurderingen i prosjektbeskrivelsen og tegningsmaterialet (situasjonsplan).

### 1.5.7 Utforming av bygg og anlegg; GEF-krav

Bygg og anleggene skal ha energi- og driftseffektive løsninger som kan endres, utvides og tilpasses slik at de kan benyttes til andre funksjoner gjennom byggets levetid uten betydelig grep. Endrede bruksbehov kan føre til endringer i behov for elektrisk kraft, tele- og automatiseringsanlegg, vann, avløp, luftmengder, andre tekniske anlegg og bygningsmessig tilpassing. Arbeidstilsynets anbefaling om 30% som faktor for ivaretagelse av **Generalitet, Elastisitet og Funksjonalitet**, er Forsvarsbygg sitt minimumskrav. Dette kravet benevnes i Forsvarsbygg som «**GEF-kravet**»

Der det benyttes ferdigelementer må disse vurderes ut fra forventet levetid. Individuelle byggelementer og komponenter bør da kunne skiftes ut med tilsvarende systemer eller andre typer løsninger uten omfattende ombygging.

### 1.5.8 Arkitektonisk utforming

Arkitektur handler om en helhet der ulike behov ivaretas på en nyttig, vakker og varig måte.

Utformingen bør etterstrebe en høy grad av generalitet, elastisitet og fleksibilitet for å kunne tilpasses fremtidige behovsendringer. Detaljeringen skal stå i forhold til de materialer som er valgt. Hovedprioritet må være enkelhet, presisjon, bestandighet og godt bygningsmessig håndverk. Enkelhet i det arkitektoniske hoved-uttrykket og høy funksjonsbelastning på mange bygg, tilsier at detaljer bør være kraftige fremfor minimale.

For fastsettelse av krav til materialbruk og utførelse gjelder NS 3420, «Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner» med de presiseringene og endringene som kommer frem i konkurransegrunnlaget.

Ved valg av materialer og utførelse skal enkelthet og robusthet prioriteres. Det skal være middels vedlikeholdsintervaller i henhold til Byggforskserien 700.320 Intervaller for vedlikehold og utskifting av bygningsdeler og NS-EN 16627 Bærekraftige byggverk. Antall materialer og løsninger skal begrenses til et minimum. Vilkaarlighet oppdeling av store flater i ulike materialer skal unngås. Muligheter for gjenbruk skal prioriteres. Klimagassutslipp fra produksjon skal minimeres.

### 1.5.9 Miljøhensyn

Miljøhensyn i prosjektet reguleres gjennom bruk av miljøoppfølgingsplan (MOP). Bruk av MOP fyller videre følgende funksjoner:

- Fungerer som en sjekkliste og setter miljøkrav for å sikre helhetlige gjennomføring i alle prosjekter.
- Er grunnlaget for å innarbeide miljøkrav i prisbærende poster.
- Skal vedlegges hver utlysning slik at det entydig fremkommer hva kravene er og hvordan de skal dokumenteres, gjennomføres og følges opp i prosjektene.
- Styring av miljøledelse i prosjektet. Skal ved behov revideres dersom det oppstår endrede miljøambisjoner, herunder nye krav og/eller endrede regulatoriske forhold.

Prosjekteringskrav (dette dokumentet) utdyper byggetekniske miljøkrav og gjelder i tillegg til MOP. Byggetekniske miljøkrav omfatter i hovedsak krav til energikilder og energiløsninger samt materialkrav i bygget. Utslippskrav til materialene er i miljøoppfølgingsplanen.

Ingen konstruksjoner må tegnes/designes uten at tegneprogrammet viser eksisterende og lovpålagte vernegrenser, inkludert deres hensynssoner. Prosjekterende må sørge for å skaffe tilveie alle lovverk og planer som gjelder for tiltaksområdet, tilstøtende arealer og resipienter nedstrøms i vannveiene (tjern, bekker, vann og vassdrag). Disse kartlagene må vise både miljøforvaltningens offisielle hensynssoner og

Forsvarsbyggs eventuelle egne hensynssoner. Prosjekteringen må heller ikke etablere løsninger som gjør at kommende utvidelser gjør det umulig å velge gode miljøvalg ved kommende nye prosjekter eller utvidelser av det eksisterende.

### 1.5.10 Energieffektive bygg

Krav til energiberegninger og energimerking skal ivaretas i prosjekteringsunderlaget, uavhengig av hvem som prosjekterer. Det er vesentlig at dokumentasjon av passivhus og lavenergibygninger gjøres etter anvisning i Byggforskserien 473.015. Det er også vesentlig at det i prøvedriftsperioden dokumenteres at de prosjekterte verdiene er tilfredsstilt og at beste energieffektive drift er prosjektert. De samme størrelsene skal beskrives å være kontrollerbare også i normal driftstilstand.

### 1.5.11 Implementering av universell utforming

Lov og forskriftskrav om universell utforming skal ligge til grunn i alle prosjekter som gjennomføres av Forsvarsbygg. Enkelte bygningskategorier er i imidlertid kun i bruk av personell knyttet til operative avdelinger som dermed er underlagt krav om funksjonsfriskhet. For disse bygningskategoriene legges det andre retningslinjer til grunn, i hovedsak på grunn av økonomi. I prosjekter som kun omfatter mindre tiltak i eksisterende EBA, må det vurderes spesielt om det er hensiktsmessig å inkludere tiltak for universell utforming. Av hensyn til generalitetet og etterbruk (restverdi) må tiltak utover det som er listet i tabellen nedenfor vurderes i det enkelte prosjekt.

Tabell 1 Bygningstype og krav til universell utforming

Bygningstype	Implementering av universell utforming
Administrasjons-, kontor-, undervisnings- og messebygg med publikumsfunksjon.	I henhold til forskriftskrav.
Verksted, lager, museer, flerbrukshaller og festningsanlegg	I henhold til forskriftskrav så langt dette er mulig, sett i forhold til bygningens eller anleggets funksjon og type avdeling.
Befalsforlegninger	I nybygg skal alle fellesarealer utformes i henhold til forskriftskrav. I tillegg skal 10% av boenhetene i nye befalsforlegninger utformes universelt mht. tilgjengelig boenhet. Ved rehabilitering av befalsforlegninger ivaretas dette så langt det er mulig.  Kravene ses i sammenheng med utforming av eksisterende bygningsmasse og kan fravikes om det finnes tilstrekkelig tilgjengelige boenheter på en lokasjon.
Mannskapsforlegninger	Utformes ikke universelt, benyttes av operative avdelinger.
Boliger	I henhold til forskriftskrav. Ved rehabilitering av bolig iht. forskriftskrav så langt det er mulig

Utomhusanlegg, ikke øvingsområder	I henhold til forskriftskrav.
Øvingsområder	Utformes ikke universelt, benyttes av operative avdelinger.
Øvrig EBA	Søkes gjennomført i henhold til forskriftskrav, men vurderes mer detaljert i forhold til byggets funksjon



## 2 Bygning

### 20 Bygning, generelt

Så langt det er mulig skal det benyttes preaksepterte løsninger/bygg-detalljer for eksempel fra Sintefs kunnskapssystemer, eller løsninger angitt av produsenter for å opprettholde garantier. Navn på produsenter eller produkter skal ikke angis på tegninger eller i dokumenter som utgjør en del av Forsvarsbyggs konkurransegrunnlag.

#### Renholdsrom

Utformingen av renholdsrom skal tilrettelegge for effektiv og hygienisk rengjøring av bygget. Alle bygg skal utstyres med følgende renholdsrom:

- Renholdssentral skal plasseres sentralt i bygget og ha et minimumsareal på 15 m<sup>2</sup>. Rommet skal utstyres med tappested for vann og avløp for uttømming av avfallsvann. Minimumsmål på avløpsrist er 0,8 x 1,5 m. Ristplassering og fall skal angis på tegninger.
- Renholdslager på minimum 10 m<sup>2</sup>. Rommet skal benyttes til oppbevaring av rengjøringsprodukter og utstyr.
- Redskapslager på minimum 10 m<sup>2</sup>. Rommet skal benyttes til oppbevaring av større rengjøringsredskaper.
- Renholdsrom på minimum 3-5 m<sup>2</sup> per etasje. Rommet skal utstyres med tappested for vann.

#### Tekniske rom

Alle installasjoner og tekniske rom skal ha enkel adkomst og være lett tilgjengelige for reparasjoner, suppleringer og endringer av store komponenter. Atkomst via stiger eller nedfellbare trapper aksepteres ikke som eneste adkomstmulighet. Det skal alltid vies oppmerksomhet på rømningsveier ved brann eller annet uønsket oppstående, når Teknisk rom etableres.

Tekniske rom skal prosjekteres og utføres slik at det ikke oppstår skade på konstruksjoner på grunn av bruksvann, vannsøl, lekkasjevann og kondens. Denne type rom skal ha sluk som skal utføres slik at uttørring ikke skjer. Tettesjikt (f.eks. våtromsbelegg i aktuelt område) skal føres opp på vegg og skal tette mot vegg for å ivareta eventuell sprutlekkasje fra høyt montert utstyr som for eksempel varmtvannsbatteri i ventilasjonsaggregat.

Det skal etableres vannkran og egen utslagsvask på alle VVS-tekniske rom. Der det etableres spyleslange og vannuttak skal det etableres sluk.

#### Våtrom

Ved prosjektering skal preaksepterte løsninger angitt i «Byggebransjens våtromsnorm» benyttes.

#### Dusj og garderobeanlegg

Menn og kvinner skal ha tilpassende og tilfredsstillende sanitærforhold. En løsning kan for eksempel være felles våtrom, hvor toaletter og dusjer er plassert inn i båser som er lukket fra gulv til tak.

#### Renhold ved inngangspartier

Det skal prosjekteres slik at unødig smuss ikke trekkes inn i bygninger. Ved inngangspartier skal det være store tretrinns renholdssoner - fotskraperist, børstematte og tørkematte med tilstrekkelig lengder skal være kjøresterke og senket ned i gulvet/atkomstsonen.

### **Lydisolering og støy**

Lyd- og støykrav skal overholdes slik det er beskrevet i Teknisk forskrift og Byggforskserien når det gjelder bygninger med ulike funksjoner. Videre skal støynivået begrenses når det gjelder skyting innen- og utendørs med fysiske bygningstekniske konstruksjoner der det er mulig.

### **Miljøkrav**

Alt trevirke og alle trebaserte produkter som benyttes skal komme fra lovlig og bærekraftig skog. Bruk av trevirke fra [Nordisk Miljømerkings liste over truede trearter](#), herunder tropisk trevirke skal ikke forekomme. Heller ikke hvis trevirket er sertifisert.

## **21 Grunn og fundamenter**

Ingen spesielle krav.

## **22 Bærende konstruksjoner**

### **222 Søyler**

Bæresystemet skal utformes slik at det gir minst mulig innvendige bærevegger/søyler og dermed størst mulig fleksibilitet.

### **223 Bjelker**

Bjelker skal i størst mulig grad (der det er mulig) integreres i dekker for å få slankeste mulige dekkekonstruksjoner. Dette for å unngå begrensninger i fremføring av tekniske anlegg.

## **23 Yttervegger**

### **232 Ikke bærende yttervegger**

Skrå fasader skal unngås. Der det allikevel bygges skråfasader direkte eksponert for nedbør, skal disse regnes som yttertak og prosjekteres deretter.

Vegger under terreng skal ha utvendig isolering og være sikret mot vanninntrenging ved hjelp av kapillærbrytende sjikt og dreneringssystem.

Yttervegger av tre over terreng (klimaveggen) skal ha tottrinnstetting med vindsperre. Rulleprodukt i tillegg til plateprodukt skal benyttes.

### **234 Vinduer, dører, porter**

Overlysvindu og takluker skal ikke benyttes, det åpnes for å avvike kravet i henhold til bestemmelsene i punkt 1.3.

Ytterdører utføres i metall. Aluminium i hovedinngangsdører. På mindre utsatte steder aksepteres det å bruke tredører med sparkeplater av metall. I boliger benyttes tredører. Ytterdørene skal tilfredsstille krav til innbruddssikkerhet. I kvarter skal det leveres dører og låser etter SIS standard (Svensk Industri Standard), som er en Nordisk standard. Dørstoppere skal leveres for å unngå at låskassen slenges i vegg/skap. Låsen må ha 50 MM Backset (50 mm fra kanten på dørbladet og inn til der sylinder står). Beslag skal være av metall. Åpne porter skal kutte varmetilførselen. Vinduer, dører og porters plassering skal vurderes

opp mot vindretningen. Dersom plassering av dører ikke lar seg forene med utpreget vindretning, skal vindfang benyttes.

### **235 Utvendig kledning og overflate**

Utvendig kledning skal bestå av bestandige materialer. Det skal benyttes få materialtyper i fasaden for å forenkle vedlikehold og for å holde antall overgangsdetaljer på et minimum. Unntak kan gjøres der solcellepaneler på vegg er besluttet egnet, og godkjent av byggherre.

Trepanel behandles med grunning og beis/maling.

### **237 Solavskjerming**

Utvendig solavskjerming skal løses med rullegardiner/screens. Automatikken skal ha mulighet for individuell manuell styring via tråbundet eller batteriløse brytere og skal kunne betjenes og overvåkes fra SD-anlegget. Automatikk for solavskjerming skal derfor leveres på BTL-sertifisert BACnet - plattform. Eventuelt leveres automatikk med omformer og bestykning for integrering i SD-anlegget som er på sertifisert BACnet-plattform.

Innvendig solavskjerming skal ikke benyttes, det åpnes for å avvike kravet i henhold til bestemmelsene i punkt 1.3.

### **238 Utstyr og komplettering for yttervegger**

Takrenner og nedløp skal være av metall, for eksempel galvanisert stål. Fra bakkenivå og ca. 300 mm oppover skal nedløp bestå av soilrør med stake- og spylemuligheter. Nedløp som er utsatt for påkjørsler skal i tillegg ha avviserbøyle.

Overgangen mellom nedløp og soilrør skal sikres, slik at vann og is ikke kan bygge seg opp i nedløpet.

I overgangen takrenne og nedløpsrør, monteres løvrist.

## **24 Innervegger**

### **241 Bærende innervegger**

Bærende innervegger skal i størst mulig grad unngås for å oppnå fleksibilitet.

### **242 Ikke-bærende innervegger**

Generelt skal ikke-bærende innervegger være av lettvegger.

### **244 Vinduer, dører og foldevegger**

Det benyttes kompakte dører av solid type med rengjøringsvennlig overflater. I trafikkerte arealer skal det være påmontert sparkeplate. I dører og sidefelt skal eventuelle glass være sikkerhetsglass.

Dører med sensorer for åpning og lukking må fungere dersom det oppstår brann eller røykutvikling. Enkelte sensorer som brukes til berøringsfrie døråpnere og sikkerhetssensor for dørautomatikk kan reagere på røyk slik at dører som skal holdes stengt ved brann, åpner seg automatisk. Sikkerhetssensorer av denne typen skal ha signal fra brannsentral om utløst detektor som blokkerer all IR-relatert aktivitet. Dører skal ikke påvirkes av IR-sensorer ved utløst signal om brann.

Solide karmplister skal benyttes (ikke MDF eller tilsvarende).

## 246 Kledning og overflate

På overflater med normal slitasje og middels utsatte flater benyttes ett lag med Gips Robust. Hjørneforsterkere av metall med høyde minimum 1,2m over gulvnivå skal monteres. På utsatte partier benyttes det i tillegg brystningsfelt av plater eller panel med høyde minimum 1,2m over gulvnivå. Der det er stort behov for opphenging av hyller, knekter og lignende monteres et lag kryssfiner eller tilsvarende bak kledningen. Overflater i boliger kan avvike fra disse kravene.

Overflater av betong, betongstein, tegl eller lettbetong tilfredsstiller kravene til robuste overflater. Vegger og eventuelt gulv rundt våtsoner (servanter/vaskerenner/spylestasjoner etc.) skal utføres med vannbestandig overflate / spesifikk beskyttelse.

I verksted på innvendig veggoverflater hvor det er behov for jevnlig nedvasking skal det benyttes en veggmaling med glanstall > 20, som særskilt er beregnet til dette formålet og som tåler olje og kjemikalier.

## 25 Dekker

### 255 Gulvoverflate

Arealer der Forsvarets mannskap renholder selv skal enten ha fuging mellom list/gulv eller ha 50mm oppbrett av gulvbelegget langs vegg for å hindre inntrengning av vann i veggkonstruksjonen. Hulkillist skal monteres i overgang gulv/vegg før belegget legges.

Det skal tas hensyn til arealets bruk og tilsmussingsgrad ved valg av farger og materialer. Primært velges farger som er smussskamouflerende, for eksempel grå med sort melering.

### 257 Systemhimlinger

Systemhimlinger anvendes for å tilrettelegge for inspeksjonsmuligheter for tekniske installasjoner.

Brukes faste himlinger skal det være tilstrekkelig antall inspeksjonsluker som sikrer god adkomst for renhold og vedlikehold av ventiler, motorer, spjeld, kanalnett etc. Overflate på faste himlinger males med akryl- / alkydmaling med glans minimum 7-10.

Nedhengte himlinger skal kunne rengjøres med vann (fuktig klut).

## 26 Yttertak

### 261 Primærkonstruksjon for yttertak

Plassering av takgjennomføringer må gjøres på en slik måte at snøbelastning/ takras ikke skader gjennomføringen eller taket.

Normalt skal løsninger med kalde, ventilerte tak med utvendige nedløp benyttes. Krav til fall på kalde ventilerte tak er minimum 23 grader.

Flate tak utformes som kompakte tak med minimum fall 1:40 og med minimum to innvendige nedløp som sikres mot isdannelse på tak. Isolasjonstykkelsen kan for eksempel reduseres ved nedløpet for å unngå behov for varmekabel. Overløp monteres slik at tette sluk blir varslet. Overløp skal utføres i henhold til Byggforsks anvisninger.

Yttertakets funksjon og bæring skal i prinsippet holde i byggets levetid ved normal bruk og vedlikehold, uten at det skal være behov for eksterne service-avtaler på kontroll og ettersyn.

Dampsperre skal være kontinuerlig i hele takflaten og tettes mot tekniske gjennomføringer.

Flate tak skal prosjekteres med TRP-profilerte stålplater som sekundærbæring. Taket bygges da opp som kompakte tak med uorganisk isolasjon.

Takelementer som baserer seg på lav vekt med organiske materialer, skal ha en bredere prosjektering og begrunnelse opp mot funksjon. Vi har erfaringer med slike elementer hvor belastning over tid ikke tilfredsstiller våre krav om enkel og rasjonell drift i takets levetid, og derfor skal man være varsom med å benytte en slik løsning. Produsentens beskrivelse for beregning belastninger/ punktblastning skal følges. Det er erfaringer som viser at slike takløsninger ikke er dimensjonert for nye belastninger (mangel på fleksibilitet).

## 262 Taktekking

2-lags asfalttekking skal brukes på flate tak i værutsatte områder der det forventes høy mekanisk belastning ved trafikk og annen slitasje. Forsvarsbygg har opplevd problemer med skader på flate tak med folietekking ved store vind- og snøbelastninger (når snø skal fjernes fra tak).

Ved bruk av asfaltprodukter som inneholder bitumen skal det ikke benyttes beslag og lignende som inneholder sink (eksempelvis galvanisert stål). Dette for å hindre korrosjonsproblemer. Produkter av syrefast stål eller lakkerte/plastbelagte produkter anbefales.

## 268 Utstyr og kompletteringer for yttertak

Alle tak hvor snøras kan skape problemer skal ha snøfangere. Den nederste snøfangeren plasseres så nær takfot som mulig og utføres med sperre slik at snø og is ikke kan gli under fangeren.

Der det er behov inspeksjon, rengjøring, snømåking etc. på tak etableres det mulighet for sikring av personell som skal ferdes på taket.

## 27 Fast inventar

Med fast inventar menes inventar som må til for å dekke byggets funksjon. Fast inventar skal ha god kvalitet, funksjonalitet, brukervennlighet og tilgjengelighet for vedlikehold og utskifting.

Veggkonstruksjon tilrettelegges for fastmontering av inventaret.

- Kjøkkeninnredning: Leveres i nøktern utførelse med slette, renholdsvennlige overflater. Benkeskap tilpasset kildesortering for den spesifikke kommune (gjelder boliger).
- Innredning og garnityr for våtrom: Nøktern utførelse for enkelt renhold. Vegghengte innredningsløsninger.
- Skap og reoler: Fast montert innredning.
- Vindus- og gardinbrett skal ha enkel utførelse. Bytting av gardiner må kunne gjøres uten demontering.

Alle faste innredninger plasseres slik at de ikke blir skadet av eller skader dører og vinduer.

## 28 Trapper, balkonger m.m.

Utvendig trapper og balkonger må utformes i solide materialer som er beregnet for lang levetid.

Rustfritt, galvanisert stål og solide konstruksjonsløsninger skal prioriteres. Det skal tas hensyn til smeltevann, snørydding og ferdsel.

Innvendige trapper må ha enkel adkomst, solide trinn og solide håndløpere. Trinn-nesebeskyttelse av stål skal benyttes.

## 3 VVS-installasjoner

### 30 VVS-installasjoner, generelt

De tekniske anleggene skal være enkle å drifte og vedlikeholde. Foruten de generelle lover, forskrifter og alminnelige normer i bransjen skal følgende også legges til grunn: DSB temaveiledning om bruk av farlig stoff, Arbeidstilsynets Inneklima og luftkvalitet på arbeidsplassen og Kompetansebiblioteket (Skarland Press).

Alle tekniske installasjoner som etableres ute, skal tilfredsstille generelle lydkrav. Denne etterlevelsen skal dokumenteres via lydmålinger utført i «stille» atmosfære. Alle maskinleveranser og elektrisk koplede leveranser skal tilfredsstille *Maskindirektivet* og være *CE-mærket*.

Alle hovedkomponenter skal dimensjoneres med hensyn til generalitet, fleksibilitet og elastisitet (GEF). Se kapittel 1.5.7.

For leveransene i kapittel 3 vil dette *GEF-kravet* være oppfylt ved at den beregnede kapasiteten for beredere, varmevekslere, kuldeanlegg, varmeanlegg- og luftbehandlingsanlegg økes med 30% i forhold til beregnete normalmengder. Dette betyr at blant mere at hovedstokk og veksler for varmeanlegg og kjøleanlegg skal dimensjoneres til 130% av aktuell normalmengde/NÅ-effekt. Luftbehandlingsaggregat, hovedlydfeller, inntak, avkast og hovedkanaler skal dimensjoneres til 130% av korrekt beregnet aktuell NÅ-mengde. Normalmengder og NÅ-effekt er de mengder som beregnes i forhold til Aml., TEK, annet forskrifts-regulert, Forsvarsbygg sine kravdokumenter samt verdier for ivaretagelse av EBA, arbeidstakeren, brukeren og beboers vel.

Det skal installeres energimålere etter krav i Teknisk forskrift, men det skal også installeres separate undermålere for oppvarming (rom og ventilasjon), varmtvann, kjøling (rom og ventilasjon), vifter og pumper (større), belysning og mindre teknisk utstyr, annet utstyr med stort energiforbruk der det er relevant.

Som hovedregel skal det alltid monteres manuelle følere / sensorer (termometre, manometre, hygrometre med mer) i egnede og tilpassete følerlommer. Disse skal monteres "ved siden av" automatikk-komponenter som ivaretar måling og overvåking av de samme parameterne.

For automatisering av VVS-anlegg henvises det til punkt 56. Energimålere kobles mot automatikk.

Pumper:

Servicebryter for AV/PÅ elektrisk forsyning skal plasseres rett ved utstyret for aggregater, hovedpumper, varmepumper osv. for utkobling ved mekanisk vedlikehold. Avstengning via tavle alene aksepteres ikke. Mellom servicebryter og aktuell komponent, skal tilpasset koplingsboks etableres. Etter at komponent er utskiftet, skal komponenten tilkoples elektrisk via koplingsboksen. Etter ferdig tilkopling, skal servicebryteren stilles i stilling PÅ. Slik reduseres muligheten for at personell kan «få strøm i seg». Generelt skal alle pumper leveres med start-, drift- og alarmsignal. Alarmsignal skal gå til feil ved strømløs tilstand.

I anlegg med kritisk oppetid skal pumper tilkobles via korrekt dimensjonert og etablert stikk, støpsel og fleksibel kabel. Det etableres stengeventiler foran og etter pumpa. Det skal benyttes pumper i standardmål med standard lengde. Ved eventuelt strømbrydd kan pumpa tilkobles via støpsel, direkte på nødstrømsaggregat. Ved eventuelt pumpehvari kan pumpa enkelt tas ut og byttes med ny. Stengeventiler foran og etter sammen med støpsel sikrer oppetiden.

Alle nye vann- og avløpsanlegg (røranlegg og rørdninger) skal kontrolleres og trykkprøves i henhold til NS-EN 805 før de settes i drift. Dette skal utføres av en uavhengig tredjepartskontroll.

## 31 Sanitær

**Legionella**Kaldt- og varmtvannstilførsels skal prosjekteres slik at risiko for legionellaoppblomstring er minimal. Folkehelseinstituttets retningslinjer mht. legionellaproblematikk skal følges.

I nybygg som har felles dusjanlegg, i befalsforlegninger og mannskapskasemer, i svømmeanlegg og idrettshaller, samt enkeltdusjer i rom i befalsforlegninger og mannskapskasemer skal prosjekteringen ta høyde for at disse anleggene skal ha kontinuerlig rengjøring og desinfeksjon primært med hydrogenperoksid eller tilsvarende løsning. Vannbehandlingsproduktet skal være godkjent av Mattilsynet. Avløpet skal ikke inneholde miljøgifter eller annet. For eksempel skal ikke vassdrag og levende organismer i vassdraget utsettes for ødeleggende belastning.

Kontorbygg med enkeltdusjer har generelt lav risiko for smitte, men det skal tilrettelegges slik at legionellaoppblomstring hindres.

Ved ombygninger på eksisterende anlegg skal blindledninger på tappevannsrør ikke forekomme og ledninger som ikke er i bruk skal fjernes i sin helhet.

### 314 Armaturer for sanitærinstallasjoner

#### Ventiler

Det skal alltid prosjekteres og installeres stengeventiler i rørnett foran og etter utstyr for å muliggjøre bytte av anleggsdeler, armaturer og utstyr uten å måtte stenge av hele fløyer og tappe ned større anleggsdeler eller tilsvarende. Alle ventiler skal være lett tilgjengelig.

For varmtvannssirkulasjon skal det benyttes termiske reguleringsventiler.

**Termometre og manometre**Alle termometre monteres i lommer, også til automasjonsanlegget. Det skal installeres termometre på varmtvannsbereder (topp og bunn), turlledning og sirkulasjonsledning. Det beskrives og etableres føler-/giverlommer for alle tur og returledninger, plassert gunstig for Forsvarsbyggs eventuelle kontroll, supplering av givere, målere med mer. Manometre skal beskrives og inntegnes der det er behov for avlesning og måling / registrering av trykk og trykkdifferanser.

**Vannmålere**Det skal etableres vannmåler med integrert elektronisk telleverk

### 315 Utstyr for sanitærinstallasjoner

Beredere og vekslere og alt sentralutstyr for sanitæranlegg skal dimensjoneres slik at **GEF-kravet** ivaretas. Se kap. 1.5.7

Mindre pumper skal normalt være våtløpere. Større pumper skal være tørrløpere, med motor med minimum effektivitetsklasse IE4 og med frekvensomformer. Det skal benyttes pumper i standardmål, slik at havareert pumpe enkelt kan erstattes med ny, uten ombygging av rørnett. (**Se kapittel 30**).

Det skal prosjekteres med følgende:

- Sluk som er utsatt for uttørking skal leveres med luktfri vannlås.
- Vaskerenner skal leveres med termostatisk batteri og bevegelsessensor.
- Servanter skal leveres med termostatisk blandebatteri
- Alle blandebatterier skal leveres som termostatisk blandebatteri.
- Kraner for spyling av for eksempel kjøkken, skal leveres med manuell innstilling av vanntemperatur.
- Kraner for spyling av for eksempel dusjanlegg, skal leveres slik:  
Enten med manuell innstilling av vanntemperatur og innelåst for hindring av «lek» med



spyleslange. Eller med maksimumsbegrensning av varmtvannstemperaturen for å unngå skolding ved lek.

- Beredere skal ha avtappingsmulighet. Det monteres T-rør foran berederens sikkerhetsventil. Sikkerhetsventil skal ha direkte kontakt med berederens vannvolum. T-rørets avgrensning påmonteres stengeventil og slange som føres kontrollert og innfestet til sluk eller brutt avløp.
- Termometer for visuell avlesning på beredere skal monteres der det er mulig. Termometer på varmtvannsledningen ut fra bereder og på sirkulasjonsledning ([se 3.1.4](#)). Givere og følere er beskrevet i punkt 56.
- Beredere med el-kolber tilkoblet varmeanlegget skal utstyres med energimåler.
- Vegghengte klosetter skal primært etableres med utenpåliggende cisterne. Dersom man likevel ønsker cisternen skjult, skal tilkomst til cisternen være enkel. Servise og evt. utskifting skal kunne skje uten større inngrep. Vegg eller innkledning skal enkelt kunne «demonteres» for tilkomst til cisternen. Det skal etableres tett rom under/for cisternen, med fall mot tilpasset åpning nede ved gulv hvor evt. Lekkasjevann og kondensvann dreneres ut og ned mot sluk. Stengeventil etableres lett tilgjengelig eller utenfor den skjulte cisternen.
- Klosetter i HC-toalettrom skal normalt være gulvmontert i høy, HC-utførelse. Solide veggmonterte støtter skal monteres på tilpasset vegg.
- I alle sanitærrum/dusjrom hvor det er 2 dusjer og flere, skal vannslangeuttak med blandebatteri etableres, slik at renholderne får montert skumsprøyte for rengjøring og desinfisering av dusjanlegget. Batteriet for dette skal være innelåst og utilgjengelig for lek. Lek med spyleslange og fare for personellskade via varmtvann skal ikke kunne skje.
- Utekraner montert på yttervegg skal være forstsikre.
- Fettutskillere og oljeutskillere skal etableres slik at avløpet fa utskilleren ikke fryser. Der det er fare for at avløpet kan fryse, skal tilpasset effektiv frostsikring etableres. Dette kan for eksempel oppnås ved å etablere SD-overvåket varme-/tinekabel.

#### Isolasjon av sanitærinstallasjoner

Det prosjekteres slik at isolering av varmtvanns-sirkulasjonsledning, varmtvannledning og kaldtvannledning i varme føringsveier minimerer faren for legionellavekst, varmetap og kondens (NS-EN12828).

Isolasjon/cellegummi skal ikke inneholde bromerte flammehemmere (HBCD, TBBPA) eller flammehemmerne penta-, okta- og deka-BDE. Miljøsertifiserte produkter skal så langt som mulig velges.

## 32 Varme

Varmeanlegg prosjekteres med vann båret varme i alle typer bygninger uansett størrelse. Det må redegjøres for eventuell fornuftig fravikelse av dette kravet. Varmeanlegg beskrives som ute-kompensert og mengderegulert, både på primær- og sekundærsiden. Alle basisfunksjonene skal kunne ivaretas, og utvidelser skal være mulig, *ref. GEF-kravet*, kap. 1.5.7.

Rørnett dimensjoneres med maks. trykkfall 100 Pascal/meter. Ekspansjonsmuligheter for rør skal ivaretas.

Bløder og regulerende utstyr til varmebatteri skal monteres så nærme varmebatteri som mulig.

Propylenglykol skal benyttes til frostsikring, varme- og kuldebærere.

Distribusjonssystemene prosjekteres for lavest mulig tur-/returtemperaturer og lavest mulig pumpeenergi. Temperatur skal utekompenseres for å sikre bedre autoritet på ventiler. Fjernvarme med temperatursystem 60/40 som kobles mot bygg med 80/60-system må utredes spesielt med hensyn på

tiltak i bygget for å dekke varmebehovet med radiatorer, andre heteflater eller tilskuddsvarme. Det må prosjekteres system som dekker behov for varmt vann for legionellabekjempelse der det er aktuelt. Ved behov for bereder med el-kolbe må det sikres mot utilsiktet varmeoverføring til fjernvarmenettet via tappevannsveksler. Det skal foretas systemoppdeling ut fra de forskjellige arealenes bruksmønster og bygningstekniske avgrensninger.

Følgende oppvarmingsprinsipp benyttes i ulike lokaler:

- Verkstedlokaler: Gulvvarme alene eller i kombinasjon med aerotempere. Ved bruk av aerotempere skal returtemperatur begrenses, samtidig som frostsikring ivaretas. Takvifter for å skyve ned varm luft i oppholdssonen skal benyttes i lokaler med stor takhøyde.
- Dusjrom/garderober: Det prosjekteres med vannbåren gulvvarme, med mindre dette vil være uheldig, vanskelig gjennomførbart, svært kostnadskrevende eller fordi fjernvarme med tilstrekkelig temperatur ikke er tilgjengelig sommerstid.
- Øvrige lokaler: Radiatorer eller konvektorer.

Styringen av turtemperaturen i de forskjellige varmekurser skal være utekompensert. Følgende innetemperaturer er retningsgivende ved vinterforhold:

• Oppholdsrom, kontor, rom for lettere arbeid	21 °C
• Grovverksted	5 °C
• Verksteder	16-18 °C
• Finverksteder	21 °C
• Baderom, avkledningsrom	24 °C
• Varmlager	15 °C
• Kaldlager med frostsikring	5 °C

#### **Varmefordelingsrom med fjernvarmetilførsel**

Ved nye anlegg og rehabilitering prosjekteres kundesentral med 2 separate varmevekslere for å dekke bygningens behov for oppvarming og behov for varmt forbruksvann. Det skal i tillegg prosjekteres varmtvanns-bereder på sekundærsiden av veksleren for varmt forbruksvann. Berederen skal utstyres med elektrisk kolbe, som dimensjoneres korrekt i forhold til behov og tilgjengelig kapasitet fra fjernvarmenettet; - tenk spesielt på tilgjengelig temperatur fra fjernvarmenettet sommerstid. Veksler, berederens volum og den elektriske kolben skal dimensjoneres for dekning av faktisk samtidighet i aktuell EBA. Beregningen skal gjøres med korrekte temperaturdata og data for personantall, hvor det tas hensyn til mulig senket turtemperatur i fjernvarmenettet. Det skal vektlegges minimum akkumulering og maksimal varmeveksling mot fjernvarme.

Temperaturer på sekundærkrets skal ute-kompenseres. Utekompenseringskurve for sekundærside koordineres med fjernvarmeleverandør. Kurve tilpasses turtemperatur på delkurser. Der Forsvarsbygg er eier av varmeveksler for oppvarming/tappevann, kan primærsidens mengdereguleringsventil styres ut fra kurser med størst varmebehov. Den Logaritmiske Middel-Temperatur Differanse, LMTD på varmevekslere for romoppvarming skal maksimalt være 2 grader Celsius ved dimensjonerende forhold.

### **324 Armaturer for varmeinstallasjon**

#### **Ventiler**

Det skal alltid prosjekteres stengeventiler i rønnen foran og etter utstyr som gjør det mulig å enkelt kunne bytte ut anleggsdeler, armaturer og utstyr uten å måtte stenge av hele soner eller tappe ned større anleggsdeler.

#### **Termometre, manometre og givere**

Alle termometre, manometre og givere monteres i lommer. Det skal monteres temperaturgivere før og

etter varmeavgivende utstyr (kjeler, varmevekslere m.m.) og på varmtvannsbereder (topp og bunn), tur- og returledning fra sentral. Det beskrives ekstra giverlommer for alle tur og returledninger i sentral, plassert gunstig for Forsvarsbyggs eventuelle valg av montering av givere/følere. Giverlommer skal installeres på alle kurser tilkoblet varmestokk og på alle avgreininger til egen kurs. Manometre skal beskrives og inntegnes der det er behov for avlesning av trykk og trykkdifferanser. Givere for automasjonsanlegget skal monteres i giverlommer. Frostgiver i forbindelse med varmebatterier i ventilasjonsanlegg skal monteres i returrøret etter batteriet. Giveren monteres så nære batteriet som mulig (inni returrøret).

### **Radiatorventiler**

Kablede elektroniske termostater skal installeres for romstyring. Mekaniske termostatiske radiatorventiler kan installeres på alle radiatorer i underordnede rom. Kablede elektroniske termostater skal gå til åpen stilling ved strømbryt. Utstyret leveres som «normalt åpen». I forlegningsbygg skal kablede elektroniske termostater forrigles mot vinduskontakter slik at radiator går ned til frostsikringstemperatur hvis vindu er åpent.

### **Lufting**

Det skal prosjekteres slik at lufting blir mulig i alle anleggsdeler. Alle høypunkter skal prosjekteres med ventil for manuell lufting. Luftepunkter skal merkes på tegning. Ved bruk av automatiske luftepotter skal disse monteres etter kuleventil og kun benyttes ved idriftsetting av anlegget.

### **Energimåling**

Det skal medtas termiske energimålere på romoppvarming, tappevann og ventilasjonsoppvarming, samt eventuelle andre større varmekonsumenter i bygget.

## **325 Utstyr for varmeinstallasjoner**

Små pumper skal normalt være enkle våtløpere. Små tvillingpumper skal unngås. Større pumper skal være tørrløpere utstyrt med frekvensomformer og motor med minimum effektivitetsklasse IE4. Pumper med innebygget automatikk og bussgrensesnitt skal leveres på åpen protokoll (som ModbusRTU). Det skal benyttes pumper i standardmål, slik at havarert pumpe enkelt kan erstattes med ny, uten ombygging av rørmottet. Pumpeinstallasjoner må vurderes i henhold til anleggets kritikalitet. **(Se kapittel 30).**

Alt sentralutstyr skal dimensjoneres for ivaretagelse av **GEF-kravet**, se kap. 1.5.7

## **326 Isolasjon av varmeinstallasjoner**

Utstyr og komponenter i tekniske rom skal isoleres. På utsatte områder skal rørisolasjonen mantles med egnet materiale. Alle avslutninger utføres med mansjetter. All isolering med mineralullfiber skal være forseglet. Det henvises til NS-EN 12828.

Isolasjon/cellegummi skal ikke inneholde bromerte flammehemmere (HBCD, TBBPA) eller flammehemmerne penta-, okta- og deka-BDE. Miljøsertifiserte produkter skal så langt som mulig velges.

## **329 Andre deler av varmeinstallasjoner**

### **Vannbehandling i varmeanlegg**

Det skal minimum medtas utskiftbart og servisevennlig magnetittfilter og delstrømsfilter for å fjerne avleiringer og korrosjon i hele anlegget. Det etableres stengeventiler foran og etter filteret. Rør, ventiler, pumper, varmevekslere, målere, radiatorer med mer skal beskyttes og fungere over tid som tiltenkt ved installasjonen. Over filter skal det medtas differensialtrykksmåler med stengeventiler slik at det også er mulig å måle trykk før og etter filter.

Det skal etableres stusser for vakuumavlifter i systemer. Avstengningsventil etableres foran avlufteren. Under idriftsetting av system skal det benyttes en vakuumavlifter for å raskere fjerne luft fra systemet. Denne kobles fra når systemet er luftfritt. Vakuumutskiller i større anlegg skal være permanent.

Ekspansjon i systemet skal dekket med egnede kar.

Systemer skal ikke fylles med ubehandlet vann fra vannverk, dette inneholder klor, kalk og mere som ikke er ønsket i et varmesystem. Vann skal behandles med filter som fjerner partikler og mineraler samt justerer pH. Dette gjelder også vann for trykktesting av anlegg. Etter trykktesting skal ikke vann tappes av, men sirkulasjon og avlufting skal starte.

Gjennomspyling av anlegg før fylling skal være så kort som mulig.

Anlegget skal tilsettes korrosjonsinhibitor med pH-regulator. Alle komponenter i anlegget skal være compatible med valgt korrosjonsinhibitor.

### 33 Brannslukking

Bestemmelser for installasjoner for manuell eller automatisk bekjempelse og kontroll av brann er beskrevet i kapittel 8, [pkt. 8.6 Manuell brannslukking](#) og [pkt. 8.7 Automatiske slokkeanlegg](#).

### 34 Gass og trykkluft

Alle uttak til forbrukssted skal prosjekteres plassert etter lavpunkt for kondensutskilling. Alle lavpunkter på hoved-strekkene prosjekteres utført med dreneringsmulighet og se-glass for visuell kontroll av eventuell kondensoppsamling. Alle gjennomføringer i gulv og vegger forsynes med hylser og utføres tilfredsstillende for ivaretagelse av brannsikkerheten. Ved alle synlige rørgjennomføringer i vegger, gulv og tak skal rørene påsettes dekkskiver/mansjetter. Ledningsnett skal tilknyttes kompressor og kjøletørker på en slik måte at vibrasjoner og støy dempes. Det skal medtas avstengingsventiler ved alle avgreininger for å kunne isolere deler av anlegget som ikke er i bruk. Teknisk installasjoner som etableres ute, skal tilfredsstille lydkrav. **GEF-kravet**, kap. 1.5.7 skal ivaretas for alle sentralinstallasjoner.

### 35 Varmepumpe- og kuldeinstallasjoner

Systemer med maskinell kjøling skal prosjekteres med mulighet for varmegjenvinning av kondensatorvarme, og systemer med vann som kjølebærer skal tilrettelegges for størst mulig utnyttelse av frikjøling. Teknisk installasjoner som etableres ute, skal tilfredsstille lydkrav.

Propylenglykol skal benyttes til frostsikring, varme- og kuldebærere.

Kjølemaskiner skal leveres med naturlige kuldemedier. **GEF-kravet**, kap. 1.5.7 skal ivaretas for alle sentralinstallasjoner

I anlegg med kritisk oppetid skal pumper tilkobles via stikk, støpsel og fleksibel kabel. **Se kap. 30.** Ved et eventuelt strømbryt kan pumper tilkobles via støpsel, direkte på nødstrømsaggregat. Det etableres stengeventiler foran og etter pumpe. Det skal benyttes pumper i standardmål, slik at havarett pumpe enkelt kan erstattes med ny, uten ombygging av røret. Ved eventuelt pumpehavari kan pumpe enkelt tas ut og byttes med ny. Stengeventiler foran og etter sammen med støpsel sikrer oppetiden. Kjøle- og fryserom skal være prefabrikkerte.

Det skal medtas elektrisk energimåler på strømforbruk til kjøleutstyret (se punkt 56 for detaljer).

Der kjølemaskiner beskrives levert med automatikk, skal automatikk beskrives levert med kommunikasjon på BTL-sertifisert BACnet, og leveransen skal tilfredsstille kravene til tavle og bestykning som er beskrevet i punkt 56 automatisering, 569.434. Der kommunikasjon fra aggregatets internautomatikk ikke kommuniserer på BTL sertifisert BACnet skal alternativ åpen protokoll anvendes med løsning for BACnet gateway. Inngår kjølemaskinen i et system, sekvens eller reguleringssekvens skal nødvendige signaler for å ivareta systemets autonomi kommunisere på analogt grensesnitt (IO). Den digitale kommunikasjonen anvendes i disse tilfellene som overvåkning.

## 36 Luftbehandling

(NB! **POL-anlegg** er beskrevet i kapittel 9, [pkt. 9.2.](#))

Anleggene skal seksjoneres i størst mulig grad med tanke på optimalisering av energikostnader og bruksmønster. **GEF-kravene** skal ivaretas. Denne seksjoneringen skal kunne fungere og oppfattes som overordnet VAV. Det vil være hensiktsmessig at rom med samme funksjoner ventileres fra samme aggregat. Omfang, funksjon, areal pr. sone og drift og vedlikehold av anlegget skal tas med i vurderingen. Teknisk installasjoner som etableres ute, skal tilfredsstillende lydkrav.

Luftbehandlingsaggregater kan leveres med integrert automatikk, men undersentralen skal uansett være «hylleware». Tavler, undersentraler og komponenter for automatikk leveres i henhold til kravene til tavle og bestykning.

**Se punkt 434 og 56 for krav til tavle og automatikk.**

### Brann- og røyksikring av ventilasjonsanlegg

Bestemmelser for røykkontroll er beskrevet i kapittel 8, [pkt. 8.5 Røykkontroll](#). Det skal forutsettes at luftbehandlingsaggregater for alle anlegg i kaserner og overnattingssteder etableres i EI-60 (brannklasse), med egen varmebestandig røykgassavtrekksvifte og by-pass for avtrekk, forbi aggregatet.

Byggforskeriens datablad 520.352 legges til grunn. Det etableres røykgassfølere i luftinntaket, i avtrekkskanalen, i tilluftkanalen. Røyk i utelufta registreres i inntakskanalen. Røyk inne i «rommene» registreres i avtrekkskanalen.

### Dimensjonering av luftmengder

Soldatforlegning (kaseme) er hovedsakelig oppført for å ivareta felles soverom og oppholdsrom for vernepliktige. Soverommene benyttes vanligvis av 4-8 personer. Felles stuer og felles oppholdsrom må dimensjoneres med summert antall soldater og areal i rommet/stuen.

Kaserner skal defineres som byggverk for publikum og arbeidsbygning, og luftmengder dimensjoneres med utgangspunkt i §13-3 i TEK 17.

For oppholdsrommene/soverommene skal imidlertid luftmengdene prosjekteres med minimum 40m<sup>3</sup>/h pr. person. Avdunsting og lukt fra uniformer og annet skal ventileres vekk. Dette betyr at luftmengden skal beregnes ut fra kriteriene slik:

#### Når personellet er til stede i rommene / bygningen:

40 m<sup>3</sup>/h pr. person

15 m<sup>3</sup>/h pr. m<sup>2</sup>.

#### Når personellet IKKE er til stede i bygningen:

10 m<sup>3</sup>/h pr. m<sup>2</sup>.

**Luftmengdene styres som variabelt volum, slik at energi ikke benyttes unødvendig.**

Ut over dette skal det tas hensyn til en sikkerhetsmargin (**GEF-faktoren**).

Kravet til øket luftmengde er satt slik for at forurensninger som blir tilført rommene etter for eksempel øvelser eller annen aktivitet mer effektivt blir fjernet. Slike aktiviteter medfører tilsmussing av soldatens bekledning. Uniformene blir tilgriset av «bållukt», parafin- og drivstoff-søl og annet. Denne forurensningen bringer soldaten med seg «hjem» og forringer innneklimaet.

Befalsforlegning (kadettrom) er rom eller hybel for 1-2 personer. Disse rommene skal defineres som boligbygning og luftmengder dimensjoneres etter §13-2 i TEK 17. I rom med steke- og kokemuligheter skal eget kjøkkenavtrekk med korrekt luftmengde etableres. Luftmengden skal behovsstyres og avtrekket her skal derfor utstyres med VAV-spjeld. Det skal derfor også etableres VAV-spjeld som regulerer tilført luftmengde samtidig med avtrekket.

Luftbehandlingsanlegg skal prosjekteres slik at SFP-faktoren ikke overstiger (1,5 kW/(m<sup>3</sup>/s)) og varmegjenvinner skal beskrives med års-gjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad minimum 80% inklusive **GEF-faktoren** .

#### **Luftinntak**

\* Luftinntak tilpasses gjeldende klimatiske og geografiske forhold med hensyn til materialvalg og utførelse, spesielt med tanke på eksos, soloppvarming, salt og tåke, snø- og vann-inndriv.

Luft hastighet prosjekteres med maks 2,0 m/s over brutto ristareal inkl. reservekapasitet.

\* Luftinntak/inntaksrist for ventilasjonsanlegg i kystmiljø spesielt, skal utformes med et forfilter (grovfilter med rett kvalitet for formålet) slik at saltpartikler, tåke, yr og fukt ikke trekkes inn i kanalnettet og aggregatet og forårsaker korrosjon.

\* Luftinntak plassert der det kan være mulig at eksos trekkes inn, skal utføres med to-punkts filter. Ytterste filter er grovfilter/forfilter som beskytter filter nummer to. Filter nr. 2 er karbonfilter.

### 365 Utstyr for luftbehandling

#### **Se punkt 434 og 56 for krav til tavle og automatikk.**

Aggregater for aktuell luftmengde større enn 7800 m<sup>3</sup>/h inkl. 30% tillegg for ivaretagelse av **GEF-faktoren**, skal leveres med ekstern automatikk. Befuktningsanlegg skal normalt ikke installeres.

Dersom befuktningsanlegg må installeres, skal fortrinnsvis dampbefukter benyttes, regulert av fuktgiver i avtrekkskanal fra de befuktede arealer eller som måling i et representativt rom.

Aggregat skal ha termometer for visuell avlesning av temperatur på luftinntak, avkast, avtrekk, samt visning av temperaturendringer over varmegjenvinner, kjøle- og varmebatteri

**Luker** og inspeksjonsåpninger i ventilasjonsaggregater skal enkelt og lett kunne åpnes uten hjelp av verktøy. Luker i aggregat skal være hengslet med inspeksjonsvindu og med belysning inne i aggregatet. Lysbryter monteres på utsiden av aggregatet. Alle aggregatkomponenter skal være lett tilgjengelige for service, reparasjon og utskifting.

**Filter** skal være energieffektive og skal inneha høy støvoppsamlingsmengde.

Filtervakter og slanger skal ikke monteres på døren, fordi dette medfører større slitasje på elektrisk kobling, på trykkslangene og på slangenipler. Filter for luftinntak i eksosutsatt område skal utstyres med grovfilter som forfilter og karbonfilter som etterfilter.

**Varmegjenvinnere** i rom uten spesielle forurensninger skal normalt være type roterende med ren-blåsingssektor og dokumentert års-gjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad minimum 80%. I områder med forurensninger hvor roterende varmeveksler ikke kan benyttes, skal type forurensninger og mengde bestemme hva som er egnet gjenvinningsprinsipp. Kortvarige forurensninger eller svært små mengder kan løses med direkte avtrekk uten varmegjenvinning.

*Det må prosjekteres* spesielle løsninger for anlegg med fuktig avtrekksluft og roterende varmegjenvinnere i kalde strøk. Utetemperaturer ned til -20°C / -30°C kan medføre tilfrysing av gjenvinneren. Dette medfører forringet års-gjennomsnittlig virkningsgrad for gjenvinneren og sannsynlig brekkasjer og skader på gjenvinneren. Det må i tilfeller med roterende gjenvinner utføres beregninger med anlegg for forvarming av inntakslufta til en temperatur som ikke medfører tilfrysing av gjenvinneren. Veksleren for forvarmebatteriet kan eventuelt benytte *retur-siden i varmeanlegget* som tur-side. Dette er gunstig med tanke på lavest mulig retur i varmeanlegget. Selv om en slik løsning synes lite energieffektiv, er likevel roterende gjenvinneres virkningsgrad vesentlig bedre enn alternativene i den største delen av året.

*Det er nødvendig at RI utfører slik energibehov-beregning* og viser driftstid der forvarme må tilføres og driftstid der gjenvinneren kan fungere best mulig uten for-varme. Kostnadene til forvarme-energi må sammenholdes med kostnader for reparasjoner og utskiftinger av sundfrosset gjenvinner- og gjenvinnerdeler. Stadige reparasjoner og utskiftinger er ressursløsende og sannsynligvis ikke levedyktig.

**Varmebatterier** skal være vannbårne. Det skal brukes vann/glykol-varmeveksling mellom energileveranse og varmebatteriet for å unngå risiko for frysing av batteri. Varmebatteriet skal frostsikres med sirkulasjonspumpe og frostgivere. Frostgiver i forbindelse med varmebatterier i ventilasjonsanlegg skal monteres i returrøret like etter batteriet (helst inni batteriet).

Propylenglykol skal benyttes til frostsikring, varme- og kuldebærere. Der vannvarmebatterier monteres i aggregater i "øvre" etasjer, skal vannsøl - overvåkning etableres. Ved lekkasje skal stengeventiler hindre lekkasjer som skader bygningen.

**Vifter** skal fortrinnsvis være EC-vifter. I anlegg med kritisk oppetid, skal vifter reguleres via ekstern frekvensomformer. Dette fordi utskifting av eventuell defekt, må skje ved hyllevare. Integrerte omformere kan ikke enkelt byttes.

**Avfuktningsanlegg** i kalde arealer skal være av adsorpsjonstype. Dette gjelder også for avfuktningsanlegg for små rom som *kasuner*, *strongroom* etc. der rommene normalt ikke ventileres med annet enn tørket luft. Avfuktningsanlegg skal prosjekteres med tanke på energi-økonomisk drift. Drift når det ikke er behov for avfuktning er unødvendig skal unngås.

**Automatikk** som er integrert i luftbehandlingsaggregater skal være på BTL-sertifisert BACnet-plattform. Kravene til slik eventuell automatikk er de samme som kravene stilt i kapittel 56 i dette dokumentet. Tavler for slike eventuelle leveranser skal være i utførelse som beskrevet i kapittel 4.3.4. Vegghengt skap (B80cm.x H120cm.) kan benyttes ved anlegg mindre enn 4000 m<sup>3</sup>/h nom. (5.200 m<sup>3</sup>/h inkl. **GEF-faktoren**).

#### **Isolasjon av installasjon for luftbehandling**

Kananlegget isoleres mot varmetap, kondens, støy og for å hindre brannspredning. Brannisolering av kanaler skal ivaretas i henhold til forskrifter, preaksepterte løsninger og leverandørens anvisninger slik at byggets brannkonsept etterleves. Isolasjon på kanaler skal ikke løsne. Mekanisk innfesting kan beskrives for å sikre at dette kravet ivaretas. I tillegg til tape brukes mekanisk innfesting (stifter/pinner). Nylonstrips skal ikke benyttes som festemateriell.

All synlig isolasjon i oppholdsrom skal normalt mantles. All isolasjon med mineralullfiber skal forsegles. Isolasjon på inntak og eventuelt på «kald side» kan være av typen neoprencellegummi. Isolasjon/cellegummi skal ikke inneholde bromerte flammehemmere (HBCD, TBBPA) eller flammehemmere penta-, okta- og deka-BDE. Miljøsertifiserte produkter skal så langt som mulig velges.

## **37 Komfortkjøling**

Teknisk installasjoner som etableres ute, skal tilfredsstille lydkrav. **GEF-faktoren** skal ivaretas.

I anlegg med kritisk oppetid skal pumper tilkobles via stikk, støpsel og fleksibel kabel. Det etableres stengeventiler foran og etter pumpa. Ved eventuelt strømbrydd kan pumpa tilkobles via støpsel, direkte på nødstrømsaggregat. Det skal benyttes pumper i standardmål, slik at havarert pumpe enkelt kan erstattes med ny, uten ombygging av rørnett. Ved eventuelt pumpehavari kan pumpa enkelt tas ut og byttes med ny. Stengeventiler foran og etter sammen med støpsel sikrer oppetiden.

Det skal prosjekteres løsning med utnyttelse av frikjøling, bygningsutforming, persienn, solavskjerming og riktig bruk av ventilasjonsanlegget. I rom og arealer der kjøling er nødvendig skal det velges anlegg med naturlige kuldemedier.

Anleggene utformes med mengderegulering og isvannsakkumulering. For rørnett med fare for kondensering skal det benyttes rør med materiale av tilstrekkelig kvalitet som hindrer korrosjon. Det skal ikke brukes materiale slik at det oppstår spenningskorrosjon.



Prinsippet for frikjøling skal etableres og utnyttes så langt som mulig. Ved lav nok utetemperatur skal kompressorer stanses og kondensatoren benyttes som energiproducent.

Det monteres strømningsvakter på returledningen inn på kjølemaskinen, eller denne kan være innebygget i kjølemaskinen. Strømningsvakten stopper kompressor ved manglende isvannsirkulasjon. For å opprettholde driftssikkerhet monteres enkle pumper i parallell på vitale kretser. Det skal medtas manuelle stengeventiler foran og etter komponenter montert inn i rømettet, slik at utskifting forenkles.

**Se punkt 434 og 56 for krav til tavle og automatikk.**

Det skal medtas energimålere tilknyttet byggets energioppfølgingssystem slik at man kan måle strømforbruk til kjøleproduksjon og levert kjøling.

## **4 Elkraftinstallasjoner**

### **40 Elkraftinstallasjoner, generelt**

Utstyr, kabler og materiell med forskjellig forsyning skal entydig merkes, Tverrfaglig merkesystem følges. Der det er forskjellig forsyning for UPS, reservekraft og normalkraft skal fargekoding benyttes.

- Normalkraft, hvit bakgrunn med sort skrift
- Reservekraft (aggregat), gul bakgrunn med sort skrift
- Avbruddsfri kraft (UPS og DRUPS), rød bakgrunn med sort skrift

Det skal brukes halogenfritt materiale i fjellanlegg.

For Ex-installasjoner skal komplett eksplosjonsverndokument med sonekart utarbeides.

### **41 Basisinstallasjoner for elkraft**

#### **411 Kabelføring for elkraftinstallasjoner**

Tetting ved gjennomføring i vegger utføres i henhold til veggens EMP-, gass-, trykk-, brann- og lydkrav. Egne krav til rom for gradert tale må ivaretas.

Bæresystemer for kraft og IKT holdes adskilt, enten forlagt på separate bæresystemer eller leveres med skilleplater. Kabelbroer skal ha hele vanger.

Installasjoner på ventilasjonsaggregat skal være beskyttet slik at kabler ikke blir utsatt for skader, eksempelvis forlagt i rør, strekkavlastning på utstyr etc.

De forskjellige bæresystemer skal ha en reservekapasitet på minimum 30 %. Dette gjelder også ved gjennomføringer i brannskiller og ved overlevering til bruker. Eventuelle utvidelser i byggeperiode skal tas høyde for. Kniper skal ligge i gjennomføringer som reservekapasitet ved overlevering av bygg.

#### **412 Jording for elkraftinstallasjoner**

Hovedjordskinne (i hovedfordeling eller som egen skinne på vegg) og underfordelingenes jordskinner dimensjoneres for minimum 30 % reservekapasitet, gjelder ved overlevering til bruker. Eventuelle utvidelser i byggeperiode skal tas høyde for.

#### **413 Lynvern**

Gnistgapvern skal benyttes på lynvernanlegg.

## 42 Høyspent forsyning

Generelle krav til ny nettstasjon (kiosk) /traforom, må ses i sammenheng med eksisterende installasjoner på lokasjonen.

- Det skal være ekstra brytercelle på høyspentsiden når anlegget overleveres.
- Det skal være motorisert bryter for inn/utkobling
- Bryterceller skal ha signalstatus om bryteren ligger inne eller er utkoblet, samme for jord.
- Det skal være minimum 30 % reservekapasitet på trafo ved overlevering
- Bryteranlegg skal være av SF6 fri utgave
- Det skal være en fullverdig treviklingstrafo der det er eksisterende infrastruktur, lokale tilpassninger skal følges.
- Nettstasjon skal være med innvending betjening og ha eget avdelt lavspenningsrom slik at Forsvarsbygg kan betjene sikringer på lavspentsiden selv.
- Lavspenntavlene skal utrustes med effektbryter med tilkoblingsklemmer, 30 % reservekapasitet.
- Effektbryter benyttes som trafobryter uansett størrelse på trafo. Sikringer/elektroniske vern justeres og tilpasses trafostørrelse etter normer/skjema fra leverandør.
- Ved bunting av trafokabel på kabelbro skal det benyttes buntebånd som type Cable snap eller lignende, dette gjelder også for lavspenkabler til hovedfordeling. Avvik fra dette må dokumenteres av utførende.
- Nullspenning sikring (Disneuter) IT nett med signalkontakt for mulighet oppkobling mot SD
- På lavspentside trafo skal det være isolasjonsovervåking IT anlegg med overføring til SD (FEF)
- Alle utsparinger skal branntettes eventuelt tettes mot smådyr (rør m.m.)
- Det skal monteres merkeskilt med moment for brytere og koblingsstykker
- Ved endringer på forsyningsnettet, skal gjeldende releplan for området oppdateres

## 43 Lavspenning forsyning

Anbefalt retningslinjer fra REN skal til enhver tid følges (Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet). Alle fordelinger bygges i henhold til NEK 439 (EN61439). Ved renovering av eldre eiendom, bygg og anlegg skal NEK 350 benyttes

Det skal installeres energimålere etter krav i TEK, men også installeres separate undermålere for: oppvarming (rom og ventilasjon), varmtvann, kjøling (rom og ventilasjon), vifter og pumper (større) , samt annet utstyr med stort energiforbruk dersom det er relevant.

Energimålere skal være MID sertifiserte og kunne kommunisere på enkel buss- og nettverkstilknytning via M-Bus-, Modbus/RTU- eller Modbus/TCP-grensesnitt.

- Ved spenningsfallberegninger legges reservekapasitet på minimum 30 % av beregnet samtidig effektbehov til grunn for å oppfylle normenes krav til maksimale spenningsfall.
- Inntak -og stigekabler dimensjoneres og leveres med min. 30% reserve kapasitet.
- Viktige brytere skal ha indikasjon på bryterstilling som overføres til SD-anlegget.
- Effektbrytere fra og med 63A skal ha regulerbare vern for termisk og elektromagnetisk utkobling i alle faser (også N-leder). Alle effektbrytere over 63A skal dimensjoneres med 30% reservekapasitet.
- Effektbrytere fra og med 630A må være pluggbare
- Overspenningsvern med grovvern (T1) på inntaket og mellomvern (T2) på underfordelinger, skal også leveres med signalkontakt for varsling SD-anlegg. Gnistgapvern skal benyttes.

- Anleggsdeler som er aktuelt å styre fra SD-anlegg, legges ut på potensialfrie rekkeklemmer samlet i et felt
- Styrestrøm tilkobles via rekkeklemmer.
- Rekkeklammer skal være av typen «fjærklemmer» for kabelstørrelse opp til 16mm<sup>2</sup> og ikke skruklemmer. Wago eller tilsvarende godtas ikke brukt i noen fordelinger.
- Det benyttes ikke samlekanaler hvor kabler avmantles før tilkopling på elementautomater/effektbrytere.
- Stigere og kurskabler kobles direkte på komponenter/utstyr i fordelingen. Kablene føres inn på bro ned i midten av fordelingen eller i egne kabelføringsfelt.
- Ved oppdeling av fordelingene tas det hensyn til elektromagnetisk støy på brukersiden fra ulineære belastninger som likerettere etc.
- I fordelinger skal det ved overlevering være fysisk og elektrisk reserveplass på min 30 % fordelt på montasjeskinnene.
- Fordelinger og fordelingsrom skal ha låser tilpasset lokalt system.
- Behov for funksjonssikre kabler fremkommer i brannstrategien.
- Der trafo er montert i bygget skal denne tilfredsstille krav til berøringssikkert anlegg.
- Låser på alle fordelinger skal være av metall.
- Astrour benyttes på utelys og det skal forberedes nødfunksjon for mørklegging. Det skal ikke kobles direkte med last, last skal via kontaktor.
- Tavler skal bygges av godkjente tavleleverandør. Plassbygde tavler skal ikke benyttes.
- Det skal monteres merkeskilt med moment for brytere og koblingsstykker for alle fordelinger.
- Skrittreleer skal minimum være topolet og skal ikke koble last direkte.

#### 431 Installasjoner for elkraftinntak

Det skal benyttes 400V, TN-C fordelingssystem til hovedtavle (HF) til nye bygg/anlegg.

Trafo og hovedfordeling (HF), og dieselaggregat/reservekraft, skal ligge nærmest mulig hverandre.

#### 432 Installasjoner for hovedfordeling

Hovedfordelingene skal ha:

- Egne vertikale felt for fremføring av stigekabler.
- Det legges separate stigekabler for prioritert og uprioriterte laster der redundante løsninger er påkrevd. Det skal være separate føringsveier der dette er sikkerhetsmessig hensiktsmessig. Funksjonssikre kabler benyttes til prioriterte fordelinger.
- Preaksepterte løsninger for elektrofordelinger skal benyttes.
- Det monteres utstyr for isolasjonsovervåking (IT-nett), minimum per stigeravgang.
- 3-faset spenningsvakt monteres på inntaket. Feilsignal overføres til SD-anlegget.
- Jordfeil og eventuelt utløst overspenningsvern skal overføres til SD-anlegg.
- Det monteres nettanalysator som gir informasjon om spenning og strøm i alle faser og N-leder.
- Eget felt etableres med hovedbryter og seksjonsbryter for kraftforsyning til utstyr som skal opprettholde viktige funksjoner og varmforsyning i bygget. I fordelinger monteres lysarmatur som tennes automatisk når tavledør åpnes, som ikke er tilkoblet stikkkontakten i tavle, samt elkrafttuttak, 2/16 A+j, som forsynes fra reservekraft der dette er montert.

Ved egne stigekabler for reservekraft, UPS og normalforsyning skal fordelingstavler være separert.

Forsyningskabel fra UPS til forbruk skal være funksjonssikker som type BFSI eller tilsvarende i kobber.

### 433 Elkraftfordeling til alminnelig forbruk

Fordelingene skal bygges for usakkyndig betjening. Der grenseverdi for usakkyndig betjening ikke kan overholdes, gjerne større fordelinger, skal fordelingen seksjoners og/eller bygges for sakkyndig betjening i henhold til NEK439.

- Dersom underfordeling for elkraft og teletekniske anlegg plasseres i samme sjakt, skal de være fysisk skilt og ha separate dører med forskjellige låser/nøkler.
- Fordelingene skal kunne frakobles kraftforsyningen via egen bryter i fordelingen. Denne må ikke hindre åpning av dør.
- Kursautomater skal levers i utførelse med kortslutningsstrøm  $\geq 10\text{KA}$ .
- Jordfeilvern skal ikke ha krav til periodisk test oftere enn en gang per år.
- Kurser som forsyner rom for overnatting, skal beskyttes med lysbuevakt (AFDD).

#### Kursopplegg:

- Alle stikkontakter som er beregnet for kaffetraktere eller vannkokere skal ha tidsavhengig automatikk for 2-polig frakopling av strømforsyning etter ønsket tid.
- For alle kontorarbeidsplasser monteres 2 stk. trippel stikk 2/16 A +j og 2 stk. trippel stikk 2/16 A +j på to kurser (12 schuko uttak). Det skal være maks. 5 arbeidsplasser per kurstype.
- I undervisningsrom monteres 1 stk. trippel stikk 2/16 A +j per undervisningsplass. Tilpasses rommets løsning med uttak i kanal langs vegg, i tak for grenstavløsning eller i innredning/pulter.
- Det skal etableres egne forbrukskurser i korridorer.
- For IKT-rack skal det monteres stikkontakt med minimum 4 schuko uttak.
- Varmtvannsberederes skal være fast tilkoblet med servicebryter, uansett effekt.
- For alle stikkontakter ved portstyringer monteres minimum 1 stk 3 pol/ 3pol+N 16A stikkontakt og 2pol 16A uttak. (kombikontakter kan med fordel benyttes) per port.
- I større arealer i bygg monteres stikkontakter 1 stk 3 pol/ 3pol+N 32A for tilkobling av eksempelvis byggestrømskap.
- I forbindelse med utendørsanlegg skal det benyttes silisumbokser eller tilsvarende med hensyn til robusthet ved tilkobling av varmekabler og følere.
- Det skal installeres følgende elektriske uttak i renholdssentral; minst ett 3-fase uttak for tilkobling av moppemaskin og en 16A kurs med minst fire uttak. Stikkontakter og 3-fase uttak skal plasseres for enkel betjening.

### 434 Elkraftfordeling til driftstekniske installasjoner

Alle nye tavler skal utrustes med generell grunnkonfigurasjon slik:

- I alle tavler skal det ved siden av hovedsikringsbryteren settes av egen plass for hovedsikringsbryter merket «Hoved inntak fra reservestrømaggregat» (Like plass som standardinntaket).
- For tilkobling av eksternt reservekraft aggregat for drift av varmeanlegg (pumper for sirkulering av varmtvann fjernvarme etc.), monteres utvendig apparatinntak 32A på en hensiktsmessig plass. Det etableres manuell vender i fordeling for tilkobling.
- Det skal benyttes låsbare lastbrytere på inntaket i fordelingen
- Nettanalysator for registrering, lagring og overvåking av tavlens forsyning og forbruk.
- Alle sikringer og jordefeilautomater opp til 63A skal være allpolig miniatyreffektbrytere med egnet karakteristikk.
- Motorvern skal ha differensialutløsning og mekanisk gjeninnkoblingssperre
- Overspenningsvern skal ha automatisk frakopling og indikering ved havari og være henhold til IEC 37A 1643-. Skal ha overføring til SD-anlegg, med unntak av eneboliger.
- Sikringskurser som reserve i hver fordeling: 2 stk. 1 fas 16A og 1 stk. 3 fas 16A

- 1 stk. 1 fas jordet dobbelt stikk 16A strømuttak i tavle
- I fordelinger monteres lysarmatur som tennes automatisk når tavledør åpnes, som ikke er tilkoblet stikkkontakten i tavle.
- I alle tekniske rom monteres minimum 1 stk. 3/16 A + j + 2/16A + j (4/16 A + j + 2/16A + j v/400 V) i tillegg til vanlige doble stikkontakter 2/16 A + j.

Alle tavler skal leveres med tavle- og kablingsskjema og det skal monteres systemskjema på tavlens front. Systemskjemaet skal representere flytskjema for det tekniske anlegget. Det skal ikke etableres lysdioder, men systemene i skjemaet skal være likt tilsvarende systembilder i SD-anlegget. Systembildet skal representere komponentene som er tilordnet automatikktavlen.

Alle ut- og inngående kabler skal merkes likt komponenten kabelen tilkobles og i begge ender, med korrekt systemnummerering. Ledere tilkobles merkede rekkeklemmer. Rekkeklemmer for sterk- og svakstrøm skal være tydelig merket og atskilt. Alle sikringer, kontaktorer, motorvern, releer, undersentraler, frostvakter o.l. skal være merket med solid og varig merkemateriell i henhold til TFM.

Ved installering og ombygging/oppgradering skal relevant «som bygget» FDVU-dokumentasjon leveres i egnet tegningslomme inne i skapet.

Det skal etableres tilstrekkelig plass for å benytte tangamperemeter. For nye tavler er følgende et krav, og for ombygde tavler et krav så langt det er teknisk og praktisk mulig. Rekkeklemmer leveres i antall for 30% reservekapasitet for alle rekkeklemme-feltene. Skapene skal ha hengslete dører i front. De skal dimensjoneres med minst 30 % reserveplass ved idriftsettelse. Kravet til reserveplass gjelder alle felt i tavlene. Skapene leveres med låskasse, sylindrelås og låssystem komplett med nøkler. Forsvarsbygg vil senere omprogrammere låsen slik at den tilfredsstiller krav for aktuelt bygg.

Det settes inn gummimembran/paknipler for alle inn- og utgående kabler med 30% reservekapasitet. Interne ledningsføringer skal foretas i plastkanaler med lokk. Kanalene skal være dimensjonert med maksimum 70% fyllingsgrad. Alle komponenter der det foreligger mulighet for berøring av strømførende deler skal skjermes.

Skapene skal primært være gulvskap med enkel demonterbar 10 cm sokkel, galvanisert og utvendig lakkert. Alle fordelinger skal leveres i henhold til NS 3420 WD2. Ansvar for beregning av kortslutningsstrømmen i de enkelte fordelinger tilligger byggautomasjonsleverandøren. Største tverrsnitt for Cu-kabler er 10 mm<sup>2</sup>, kabler over dette tverrsnitt leveres normalt i aluminium. Det skal være 30% reservekapasitet for jord tilkobling ved overlevering.

#### 435 Elkraftfordeling til virksomhet

- For alle stikkontakter ved portstyringer monteres minimum 1 stk. 3/16 A + j + 2/16A + j (4/16 A + j + 2/16A + j v/400 V) per port.
- I større arealer i bygg monteres stikkontakter 3/32 A + j (4/32 A + j v/400 V) for tilkobling av eksempelvis byggestrømskap.
- Stikkontakter over 63 A skal ha lastbryter for å hindre at stikkontakter blir betjent med last

#### 436 Elkraftfordeling til lading

- Mode 3 lader med type 2 kontakt uten ladeledning, eller mode 4 med ladeledning.
- Ladestasjon skal laststyres (statiske eller dynamisk) og være kompatibel i henhold til OCPP (Open Charge Point Protocol/åpen kommunikasjonsprotokoll). OCPP fra tredjeparts skybaserte løsninger (API etc.) aksepteres ikke.
- Ladestasjon skal styres av lokalt energistyringssystem, enten via digitale innganger og utganger, eller Modbus-integrasjon.

- Det skal ikke legges til rette for betalingsløsning, men det etableres ladebrikker til tjenestebilene
- Der hvor det er tilgjengelig trefas for lading, benyttes det.
- På forsvarsboliger utenfor militært område benyttes enkelt ladeboks opptil 32 A.

## 44 Lys

Belysning og stikk fordeles på adskilte kurser. Av fleksibilitetshensyn skal kursopplegg på/i skillevegger mellom kontorer unngås.

### 442 Belysning

Alle belysningsanlegg skal planlegges i samsvar med forskrifter, leverandørs retningslinjer/anbefalinger og Lyskulturs publikasjoner. Lysanlegg utformes i hovedsak som en kombinasjon av allmennbelysning og plassorientert belysning. Alle belysningsanlegg skal være utformet i henhold til behov og de ulike arealers funksjon og ivareta lysnivåer i samsvar med Lyskulturs publikasjoner.

Det skal leveres standardprodukter fra anerkjente produsenter som er allment tilgjengelige på markedet. Antall varianter av utstyr skal begrenses.

Ved større belysningsanlegg, nybygg eller rehabilitering skal det tilbys en utvidet garanti for belysningsanlegget fra leverandør. Eksempelvis 10-år komplett garanti med alle kostnader, eller 5 års normalgaranti med etterfølgende 5-års produktgaranti.

Alle lys armaturer skal merkes med garantiutløpsmåned og år.

Alle armaturer skal ha egnet IP-, IK-, og korrosjonsklasse avhengig av anlegg og montasjested. Utstyret skal være vedlikeholds- og renholdsvennlig med begrenset mulighet for tilsmussing og innsektinntrengning. Drivere og andre elektroniske komponenter i armaturer skal være optimalt dimensjonert med hensyn til varme- og omgivelsestemperaturene for de arealene der armaturene skal benyttes. Alle komponenter skal være varmebestandige og laget av materiale som ikke misfarges eller innehar andre negative aldringsegenskaper. Armaturhus skal være av robust utførelse og av materiale for optimal kjøling.

Armaturer montert i systemhimlinger tilkobles via ledning og plugg, alternativt Linect eller annet hurtigkoblingssystem når Dali benyttes. Vandalsikre lysarmaturer skal benyttes på utsatte steder.

Det skal utarbeides armaturliste på romnivå, dette utgjør en del av FDVU-leveransen.

Det skal ikke leveres belysning med integrert stikkontakt eller USB-uttak.

### Beregninger og innjustering

Lysberegninger skal utføres i kjente programmer som Relux eller Dialux. Beregningene skal inkludere alle krav til belysning på vegger, tak, sylindrisk også videre for alle typiske rom og områder med krav til modified lysnivå. I tillegg skal det hensyntas de fysiske forhold relatert til funksjon, form, farger og overflater der hvor lysarmaturene skal monteres. Det skal benyttes korrekt vedlikeholdsfaktor for anlegget som hensyntar lystilbakegang, nedsmussing av armatur og romoverflater. Vedlikeholdsfaktor skal være lavere enn armaturens L-verdi. Det er tillatt å benytte Lysveilederens Luxtabell 1B, kapittel 11 vedlegg C for beregning og dokumentasjon av vedlikeholdsfaktor. For beregningene skal det benyttes anbefalte refleksjonsverdier, med mindre annet er oppgitt spesifikt.

Der hvor det leveres lysarmaturer som er programmerbare skal disse justeres etter montering. Lysnivå skal samsvare med de normerte verdiene i publikasjonene fra Lyskultur. Det skal unngås overdimensjonerte og energikrevende belysningsanlegg.

### **Avvik i lysfarge**

Innendørs: Minimum MacAdamstep 3

Utendørs: Minimum MacAdamstep 3

### **Fargegjengivelseindeks**

Innendørs CRI > 80

Utendørs CRI > 70

### **Teststandard**

Alle armaturer som skal være dokumentert testet i henhold til EN 62722

### **Sviktrate drivere**

Svikraten for drivere skal ikke overstige 10% etter 100 000 driftstimer.

### **Constant Light Output (CLO)**

Alle drivere skal være forhåndsprogrammert til å øke effekt over tid for å oppnå samme lysnivå gjennom hele armaturenes levetid. Lysarmaturene skal levere samme lysnivå gjennom hele levetiden for å redusere overdimensjonering og overbelysning når anlegget er nytt og bidra til et mer energi og miljøvennlig anlegg.

Unntaksvis kan det leveres lysarmaturer uten CLO i arealer med lav brukstid som f.eks kott,wc og lignende. For de armaturene henvises det til avsnitt vedr L-verdi (lystilbakegang)

For veilysanlegg, plassbelysning og lignende utendørs belysning skal det leveres lysarmaturer med CLO.

### **Omgivelsestemperatur for armatur (TA-verdi)**

Følgende minimum TA-verdier kreves i henhold til EN 60598-1

Industri:	40 grader eller mer
Interiør:	25 grader eller mer
Eksteriør:	40 grader eller mer
Sekundærrom:	25 grader eller mer
Kjøl og fryserom:	- 20 grader eller mindre

### **Ytelse lumen per watt**



Det settes krav til lysarmaturens minimum ytelseskrav lm/W. Verdiene skal omfatte komplette armaturer inkludert forkoblingsutstyr. Produktene skal være markedets mest energieffektive innenfor hvert segment.

Industri:	155 lm/w
Interiør:	130 lm/w
Eksteriør:	140 lm/w
Sekundærrom:	105 lm/w

Spesielle områder eller armaturer kan godkjennes med andre verdier enn ovennevnte i små omfang som følger prosjektspesifikke krav.

### **L-verdi (lystilbakegang)**

For alle armaturer med CLO er L-verdi 100 ved 100 000t. For armaturer der CLO ikke er mulig gjelder følgende verdier;

Industri:	L80 ved 100.000t
Interiør:	L80 ved 100.000t
Eksteriør:	L80 ved 100.000t
Sekundærrom:	L80 ved 50.000t

Lystilbakegang kan også regnes som armaturens levetid. Korrekt L-verdi skal benyttes ved dimensjonering av anlegg.

### **Fargetemperaturer**

- Det skal benyttes lyskilder med fargetemperatur 4000K i alle arealer, med unntak av: Boliger, kaserner og forlegninger, garderober og arealer for bad og dusj.
- Det skal benyttes lysarmaturer med fargetemperatur 3000K i utendørsanlegg med visse unntak på særskilte objekter som vernede bygg, museer og festninger. .

### **Lysstyring**

Belysningsanlegg skal være styrt på en energieffektiv måte med behovsstyring ved bruk av tilstedeværelse og dagslys-/konstantlyssensorer i områder med mye dagslys. Det skal i tillegg til tilstedeværelsesdeteksjon være mulighet for lokal belysningsstyring i arealer som f.eks. møterom, kantiner, messer, forsamlingslokaler, kontorer og lignende arealer ved behov. I lokaler med flere lysarmaturer, eksempelvis kontorlandskap, verksteder og andre store arealer, skal belysningsstyringen ved tilstedeværelse i deler av lokalene ivareta et minimum av grunnbelysning i tilstøtende deler av lokalet i slik at man ikke opplever helt mørke omgivelser. Lysarmaturer med dagslyssensor skal ikke ha forankoblet bryter på spenningen til lysarmaturen

I områder hvor mennesker oppholder seg over lengre tid er det viktig å gi brukerne muligheten til å styre belysningen etter eget behov i tillegg til tilstedeværelse og dagslys, med bryter eller dimmere. Det skal alltid benyttes tråbundet eller batteriløse brytere.

Oppholdsrom der folk bor skal ha manuelle brytere, det skal ikke benyttes dimmere av type med dimmehjul og trykknapp i samme enhet

Omfanget at programmeringssystem som DALI og KNX må ses i sammenheng med eksisterende installasjoner på lokasjonen og skal generelt holdes til et minimum. Ved trådløs programmering med bruk av mobil eller lignende, så skal tilgang overføres til Forsvarsbygg

Programmeringsfiler tilhørende lysstyring skal leveres Forsvarsbygg som del av FDV.

Lysstyring for utendørs belysning er beskrevet i [pkt. 744](#).

### **Blending og avskjermingsforhold**

- Alle innendørsarmaturer skal være innenfor gjeldende RUG krav
- Idrett og utendørsbelysning skal overholde GR krav
- Vei og gatebelysning skal overholde blendingskrav i belysningsklassen for vei

### **443 Nødlis**

Bestemmelser for nødlis er beskrevet i kapittel 8, pkt. [8.8 Nød- og ledesystem](#).

## **45 Elvarme**

Alle elektriske varmeanlegg oppdelt i flere praktiske systemgrupper tilkobles SD-anlegget for styring og overvåking. Alt elektrisk varmeutstyr tilkobles egne kurser egnet for styring fra SD-anlegget. Prinsippet om behovsstyring skal ligge til grunn for regulering av varme. For mindre bygg/boliger benyttes elektroniske termostater for styring.

### **452 Varmeovner**

Varmeanleggene skal ha mulighet for regulering av temperatur med endring av setpunkt for dag/natt/helg/ferie. Styringen skal kunne utføres via SD-anlegget. I anlegg med sentral styring av effekt og temperatur monteres romfølere.

Badstueovner med automatikk plasseres i avlåst skap. Lokal innkoblingsbryter monteres i dusj/garderobeområdet.

### **453 Varmeelementer for innbygging**

Varmekabler til gulvoppvarming skal styres av romfølere i de enkelte rom som kobles opp mot SD-anlegg.

For boliger benyttes elektronisk termostater med følere i de respektive rom/golv. 2-leder kabler i gulv skal benyttes.

## **46 Reservekraft**

Alle driftsmoduser skal prosjekters.

Det skal etableres signaler fra henholdsvis reservekraftanlegg og nødstrømanlegg til SD-anlegget.

SD-anleggets tavle er forberedt for inngang fra slik strømforsyning i tillegg til normaldrift.

Nødstrømforsyning skal underlegges spesiell overvåking. Signalopsjonene fremkommer i det spesielle prosjektet. Tavlen skal beskrives spesielt og skal leveres med konfigurering som tilfredsstillende vurderingene om overvåking, signaloverføring og nødvendig nøddrift av komponenter.

### **461 Elkraftaggregater**

Dieselaggregatet skal benytte F34 (Forsvarets enhetsdrivstoff). Ved bruk av F34 må en regne med ca. 10 % reduksjon av ytelse i forhold til diesel. Motor må være minimum EURO 3.

- Aggregat skal tilfredsstille kravene i ISO 8528-12.
- Reservekraftaggregat skal bygges med mulighet for tilbakemating til nettet.
- Parallele aggregater må kunne synkroniseres mot hverandre og mot nett.
- Nødstopbryter for reservekraftaggregat plasseres ved utgangsdør.
- Ventilasjonsanlegget må ta hensyn til over-/undertrykk i rommet slik at rømningsdører kan åpnes.
- Startbatterier skal leveres i batterikasse med batteribryter/hovedstrømsbryter og skal kunne låses. Startbatterier skal utstyres med vedlikeholdslader.
- Aggregater skal være utstyrt med manuell starter.
- Tap knyttet til høydeplassering må ivaretas ved dimensjonering av nominell last.
- Kommunikasjonsgrensesnitt av typen BACnet IP eller MODBUS TCP/IP mot SD.

## 462 Avbruddsfri kraftforsyning

### Statisk UPS

UPS skal være av anerkjent merke med god tilgang til reservedeler.

Batterier i statiske UPS-anlegg skal være ventilregulerte (VRLA) og i henhold til normer (sikkerhetsventil bevarer miljøet i batteriet, men slipper ut overtrykk ved behov). Se EUROBAT som er guide og veiledning til klassifisering av VRLA. Normert levetid ved 20°C må være minimum 10 år. Der batteri monteres skal temperaturen ikke overstige 21°C. Batteriets ladespenning skal være temperatur-regulert for å oppnå forventet levetid.

- Kabel fra UPS til fordeling skal være funksjonssikker av type BFSI eller tilsvarende i kobber.
- Ved ny eller / ettermontering av 3-fase UPS skal det benyttes uavbrutt N-leder
- UPS overvåkning/driftstids parameter skal overføres til SD anlegg.
- Merking avbruddsfri kraft (UPS og DRUPS) skal ha rød bakgrunn med sort skrift
- UPS skal være forberedt for utvidelse (driftstid).
- UPS skal utstyres med N+1 powermodul for redundans og hindre nedetid ved feil på én powermodul.
- UPS skal være utstyrt med powermoduler med max 50 kW/stk.
- UPS skal ha fullskalert statisk switch i henhold til UPS rammestørrelse, som koordineres med valg av vern for å påse at UPS har riktig tåleevne med hensyn til kortslutningsstrøm i anlegget.
- For kritiske anlegg skal UPS ha hot swap powermoduler eller tilsvarende (og intern N+1 powermodul redundans), slik at bruker selv kan bytte powermoduler i kritiske situasjoner, uten å gå veien via manuell bypass. Dette skal dokumenteres med IEC/EN godkjenning.

## 47 Lokal elkraftproduksjon

### 471 Solceller

Alt utstyr i leveransen skal installeres i tråd med retningslinjer og instruksjoner gitt av produsent, samt gjeldende standarder og forskriftskrav. Installasjonen skal i sin helhet inkludere alle nødvendige komponenter for et fullt ut fungerende solcelleanlegg. Dette inkluderer, men avgrenses ikke til:

- Alle nødvendige tilpasninger og arbeid for innkobling på byggets elektriske anlegg og for beskyttelse av strømnnett og system.
- Koordinering mot lokal netteier.
- Det må sikres at bygningens øvrige elektriske anlegg kan håndtere produsert effekt fra solcelleanlegget.

Alt utstyr som brukes på DC-siden skal være egnet for dette, og vice versa for AC-siden. Alt utstyr skal være halogenfritt. Alt utstyr som skal stå utendørs skal være korrosjonsbestandig, skal tilfredsstille kapslingsgrad IP65 eller bedre, og være UV-bestandig (inkludert deler/utstyr som monteres bak/under PV-modulene).

Overskuddsproduksjon fra solcelleanlegget skal kunne selges til nettet. Alle krav netteier stiller om levering av strøm tilbake på nettet og tilknytning til nett skal følges.

PV-modulene skal være tredjepartssertifisert av TÜV eller tilsvarende.

Strenger med PV-moduler skal være satt sammen slik at de har mest mulig like sol/skyggeforhold for alle moduler koblet i samme streng. Vekselrettere skal kompensere for skyggeutsatte PV-moduler.

Alle PV-moduler skal være av samme produsent, produktserie og har lik nominell effekt.

Solcellemodulene skal ikke inneholde stoffer som står oppført i Produktforskriften Kapittel 2a. Elektriske og elektroniske produkter (EE-produkter).

### **Vekselretter(e)**

- Skal oppfylle alle krav til kvalitet og funksjonalitet stilt av netteier i forbindelse med nettilkobling.
- Skal være tredjepartssertifisert av TÜV eller tilsvarende og ha konformitetserklæring i henhold til Maskindirektivet.
- Skal ha display eller indikator for avlesning av driftsstatus direkte på vekselretteren.
- Det skal implementeres en funksjonalitet i vekselretteren som begrenser dens overtakelse av last under aggregatdrift.

### **Monteringssystem**

Det skal benyttes et komplett system for montering og feste av solcelleinstallasjonen. Alle deler av festesystemene skal være av korrosjonsbestandige materialer.

Monteringssystemet for solcelleanlegget skal tilpasses byggets takløsning. Forutsatt at det blir flatt tak på bygget skal PV-modulene ha en helningsvinkel på minst 10° referert horisontalplanet, og monteringssystemet for PV-moduler skal være et ballastert aerodynamisk system og som ikke forårsaker hull eller skader på taktekke, membraner eller isolering, under montasje eller i solcelleanleggets levetid.

Monteringssystemet skal legge til rette for lufting av PV-modulenes bakside ved at luft skal kunne sirkulere fritt mellom takflaten og PV-moduler. Det skal være tilkomst til alle PV-moduler og mulig å på enkelt vis bytte ut PV-moduler i tilfelle skade på en modul.

All bygningsmessig koordinering skal være medtatt. Det må koordineres at taket på alle måter er bygningsmessig forberedt for etablering av solcelleanlegget og tåler de mekaniske påkjenningene et solcelleanlegg medfører.

Festesystemet skal være dimensjonert til å tåle lokale klima- og værpåvirkning gjennom hele sin levetid, og skal ikke være til hinder for drenering. Lokale krav for påvirkning av vind og snø gitt av gjeldende standarder og anleggets lokasjon skal imøtekommes. Det skal dokumenteres beregninger av vekt-, snø- og vindbelastninger for systemet. Plan for bruk av ballast godkjennes av utførende/prosjekterende av konstruksjon før monteringsarbeid kan starte.

### **Kabler og føringsveier**

Alle DC-kabler skal være dobbelisolerte, og holdes så korte som mulig. Strengkabler skal føres samlet til vekselretter(e). Forlegning av kabler skal utføres på en ryddig måte, og slik at det er mulig å utføre strømmåling, lekkasjestrømmåling og termografering. Kabler utendørs skal festes med strips minst hver 30 cm slik at bevegelser og skader unngås. Strips skal være UV-bestandige. Kabler skal ikke hvile mot skarpe kanter. Det gjøres spesielt oppmerksom på dette kravet rundt vindplater, der kabler krysser rader av PV-moduler og ved overganger mellom liggende føringsvei og vegg, for sørvendte anlegg.

Kabler skal legges på kabelføringer. Ingen horisontal kabelføring skal være bredere enn 600mm, dette for å sikre muligheten til å kunne gå over kabelføringene. Der horisontale kabelføringer på tak må kunne krysses av mennesker, skal det benyttes metalldeksler over kabelføringen(e) tilrettelagt for slik bruk. Kontakter mellom PV-moduler skal beskyttes mot vær og vind, også under montering, slik at korrosjon og forurensning unngås.

Kontakter festes slik at de ikke blir liggende i direkte kontakt med vann, snø, eller lignende i lengre perioder. Koblinger mellom PV-modul og strengkabel skal være av typen MC4, være fra samme produsent og samme produkt. Eventuell bytting av MC4-kontakter som følger med PV-modulene må være skriftlig godkjent av modulprodusenten for å ikke bryte garantien.

Der kabler må føres gjennom vegger eller tak, skal dette utføres på en byggeteknisk forsvarlig måte slik at funksjon i tak, vegg, dampsperre, isolasjon, lydkrav eller brannklasse ikke forringes.

### **Merking**

Solcelleanlegget skal merkes oversiktlig og varig. Klistremerker godtas ikke som varig merking utendørs. Kabling skal merkes med merkeskilt bestående av strips og skilt. Merking skal gjøres med solide skilt i et system som enkelt kan endres. All merking skal tydelig indikere om utstyr er AC eller DC.

Merking skal vise at bygget er tilkoblet en solcelleinstallasjon på relevante steder som dører inn til fordelingstavle og lignende. Dette gjelder også alle nedstrøms fordelinger helt frem til inntak.

Merking skal tydeliggjøre at vekselretter(e) skal frakobles før vedlikehold og annet arbeid i fordeling hvor solcelleinstallasjonen er tilknyttet. Merking av DC-kabler skal identifisere vekselretternummer og strengnummer. Disse kablene skal også merkes med «xxx V DC» i starten av hver merkestreng der xxx erstattes med spenningsnivå. Alle merketagger for komponenter på DC-siden av solcelleinstallasjonen skal inneholde «Alltid spenningssatt».

### **Jording, vern og beskyttelse**

Jording av installasjonen skal være utført i henhold til NEK 400, og alle krav fra produsent(er) av PVmoduler, monteringssystem og vekselretter(e) skal etterfølges ved fastsettelse av systemjording.

Det skal leveres beskyttelse mot øydrift i henhold til NEK EN 62109. Det skal leveres beskyttelse mot øydrift i henhold til NEK 400, inkludert alle nødvendige AC-komponenter og utstyr som brytere, kommunikasjonsutstyr og kabling. Det skal være overvåkning av tilstedeværelse av spenning fra nettet, og vekselrettere skal automatisk frakobles ved frafall av nettspenning i samsvar med betingelser gitt av gjeldende standarder og krav fra netteier. Solcelleanlegget skal leveres med forankoblet jordfeilvern type B, med mindre det kan dokumenteres en annen godkjent løsning.

### **Brannsikkerhet**

Krav relatert til brannsikkerhet er beskrevet i kapittel 8, [pkt. 8.10 Solcelleanlegg](#)

## **IKT, driftsovervåkning og kontroll**

Solcelleanlegget skal leveres med komplett system for online-sanntidsovervåking og -kontroll som skal innlemmes i byggets SD-anlegg og byggherres energioppfølgingssystem (EOS) i henhold til beskrivelse i pkt. 56.

Overvåkingssystem skal logge alle relevante driftsparametere uavhengig av valg av produsent av vekselretter. Dersom solcelleanlegget deles i flere delanlegg, skal all data for komplett solcelleanlegg være tilgjengelig i et felles system. Det skal være mulig å lage månedlige og årlige ytelsesrapporter i overvåkingssystemet. I tillegg til produksjonsovervåking, skal solcelleanlegget leveres med isolasjonsovervåking minimum per vekselretter.

Byggherre skal gis tilgang til å hente ut all produksjonsdata direkte fra solcelleanlegget til EOS-anlegget. Det skal også være mulig å automatisk videreføre verdier fra solcelleanleggets driftsovervåkingssystem til byggets SD-anlegg. Byggherre skal eie alle data i systemet. Andre parter skal ikke ha tilgang til data som eies av byggherre, uten at dette er godkjent av byggherre.

Alle driftsdata og drifts- og feilsignal i anlegget skal gå direkte til SD-anlegget via BACnet eller Modbus, dette skal som minimum omfatte:

- Generelle feilsignal
- Signal fra servicebryter
- Driftssignal
- Feilsignal fra vekselretter(e)
- Energiproduksjon per vekselretter
- Momentanverdier (effekt, spenning og strøm)

Ved eventuelle feilfunksjoner, uteblivelse av data eller andre avvik, skal det være funksjonalitet for at driftspersonell automatisk skal kunne varsles via SD-anlegget.

Det skal legges opp til overføring av sanntidsdata og akkumulert data for fremvisning av energiproduksjon og forbruksdata, samt historiske forbruks- og produksjonsdata til en nettbasert softwareløsning. Softwaren skal ha funksjonalitet for en oversiktlig, grafisk fremvisning av produksjons- og forbruksdata, og informasjon om energiproduksjon fra solcelleanlegg skal kunne hentes opp på eventuelle infoskjerm i bygget. Softwareløsningen skal ikke ha ekstra kostnader i bruk, og være fritt tilgjengelig for byggherre over anleggets levetid.

All nødvendig kabling, utstyr for datalogging, overvåking og dataoverføring samt arbeid i forbindelse med implementering mot SD-anlegg skal inngå i tilbudet.

### **Produsent- og leverandørkrav**

- Invertere, kontrollere og styringssystemer for batteri skal leveres fra produsenter i NATO/EØS eller fra land vi har sikkerhetssamarbeid med.
- Leverandører fra land med dokumentert risiko for bakdører, manipulasjon eller overvåkning skal ikke brukes.
- Alt utstyr skal ha dokumentert cybersikkerhet og samsvarserklæring.

IT/OT-sikkerhet og drift

- Det skal ikke være standard fjernaksess via leverandørens skyløsning. All fjernstyring skal skje gjennom Forsvarsbyggs egne sikre systemer, med rollebasert tilgang og full sporbarhet.
- Programvare og firmware skal kunne oppdateres lokalt, med mulighet for «air-gapped» oppdatering.
- Tidssynkronisering skal gjøres via Forsvarsbyggs egne kilder, og alle hendelser skal tidsstemples.
- Det skal brukes åpne industriprotokoller for integrasjon mot EMS/SD. Proprietære «svartbokser» skal ikke benyttes.

#### Hybridinvertere og øydrift

- Alle solcelleanlegg med batteri skal ha hybridinverter(e) med innebygd øydrift.
- Overgangen mellom nett og øydrift skal være sømløs eller med minimal avbruddstid.
- Kritiske laster (som samband, IKT, sikkerhet og tekniske rom) skal være dokumentert, prioritert og koblet til øy-buss.
- Anleggene skal kunne levere minimum 2–4 timer drift i øydrift for kritiske funksjoner, til back-up generator er i drift. Dette skal dokumenteres i FDV.
- Øydrift skal fungere uten avhengighet av eksternt sky eller internett.

#### Markedsintegrasjon og fleksibilitet

Anleggene skal bygges slik at de teknisk sett kan levere fleksibilitet til Statnetts reservemarkeder (f.eks. RKOM, mFRR, FFR) der dette er hensiktsmessig. Kravene under sikrer at anleggene kan prekvalifiseres, men selve markedsdeltakelsen avgjøres av prosjektets lønnsomhet og risikovurdering.

#### Funksjonelle krav:

- Anlegget skal kunne dokumentere reguleringsevne, responstid og tilgjengelighet.
- Det skal kunne svare på mFRR/D-aktiveringer innen 2 minutter.
- Der FFR er aktuelt, skal anlegget kunne gi svært rask respons for å støtte frekvens >49,0 Hz.
- Anlegget skal kunne levere målbar effektendring med definert varighet, innenfor beredskapens rammer.
- Måling og rapportering skal støtte avregning via balanseansvarlig/aggregator og oppfylle Statnetts krav til signaler og «heartbeat».
- Tilknytning, vern og nettkoder skal følge gjeldende krav for produksjon/forbruk.
- RKOM-krav skal kunne oppfylles dersom prosjektet ønsker å delta.

#### System og kontroll:

- EMS skal kunne styre lastflyten mellom solceller, batteri, nett og kritiske laster, og kunne forhåndsdefinere en «reserveprofil» for markedsaktivering.
- Beredskap (2–4 timer øydrift på kritiske laster) skal alltid ha prioritet foran markedsleveranser. EMS skal ha en «beredskapslås» som reserverer nødvendig effekt og kapasitet.
- EMS skal kunne motta og kvittere for aktiveringsmeldinger og logge responstid.

#### Dokumentasjon og verifikasjon

- For hvert krav skal det angis hvordan det verifiseres (inspeksjon, test, beregning eller sertifikat).
- Leverandøren skal signere en sikkerhetserklæring som bekrefter at det ikke finnes bakdører eller skjult fjernstyring, og som viser oversikt over nettverkstjenester, oppdateringsrutiner og SBOM der dette er tilgjengelig.
- Idriftsettelsesprotokollen skal inkludere: test av øydrift (automatisk og manuell), lastprioritering, svartid ved overgang til øydrift, brann- og ventilasjonssekvenser, samt simulering av markedsaktivering.
- FDV skal inneholde enlinjeskjema, nettverksarkitektur, tilgangsmatrise, mal for hendelseslogger, vedlikeholdsplan, nødprosedyrer og reservedelsliste.

## 5 Ekom og automatisering

### 51 Basisinstallasjoner for ekom og automatisering

Anlegget skal knyttes opp mot eksisterende data- og sambandssystemer og det må derfor tas hensyn til eksisterende installasjoner. Fordelere/stativ skal ha plass for 30% utvidelse på montasjeskinner.

Alt teleteknisk spredenett og utstyr skal beskyttes mot eventuell lynpåvirkning og induerte spenninger fra kraftnettet.

#### 511 Kabelføring

Bæresystemene må ha god tilgjengelighet, høy sikkerhet, fleksibilitet og være beskyttet mot elektromagnetisk støy. Generelt etableres separate føringsveier for elkraft og tele/datakabler. Ved fellesføringer deles føringsvei med skilleplater.

De forskjellige bæresystemer skal ha en reservekapasitet på minimum 30% ved overlevering, dette gjelder også ved gjennomføringer i brannskiller og ved overlevering til bruker. Eventuelle utvidelser i byggeperiode skal tas høyde for.

#### 512 Jording

Det legges separat jord til data/teletekniske installasjoner fra hovedjordingsskinne.

#### 514 Inntak for ekom og automatisering

Alle vaselinfylte inntakskabler skjøtes med vaselinfrie kabler i skjøtekum utenfor grunnmur før de tas inn i bygget.

I hovedfordeler termineres inntakskabler for data- og andre teletekniske installasjoner.



## 515 Fordelinger for ekom og automatisering

Hovedfordeling plasseres i eget rom.

Etasjefordelere utføres som separate skap eller stativer i tavlekott eller som skap eller rom med adgang fra fellesarealer. De skal være fysisk skilt fra elkraftfordelingene og ha eget sylindrelås.

Ved etablering av Forsvarets egne telefonsentraler (FDN) skal hovedkrysskobling etableres i eget rom i direkte tilknytning til EMP-rom.

## 53 Telefoni og personsøking

### 532 Telefoni

Byggverk skal ha mobildekning i alle oppholdsarealer, inkludert trappeløp og heis.

### Byggverk med utfordrende signalgjennomtrengning

I byggverk med flere etasjer og der bygningskonstruksjonene består av tykke vegger, mye metall og betong skal det etableres Distribuert Antenne System (DAS).

For mindre byggverk vil småcelleteknologi være tilstrekkelig.

## 54 Alarm og signal

### 542 Brannalarm

Bestemmelser for brannalarm er beskrevet i kapittel 8, [pkt 8.9 Brannalarmanlegg](#).

### 543 Adgangskontroll, innbrudds- og overfallsalarm

Anleggene skal utføres med høy faglig og håndverksmessig standard. Detaljert oppbygging og dokumentasjon av de elektroniske sikringsystemene anses som sikkergradert dokumentasjon.

Der hvor andre spesifikke krav til utstyr ikke er satt gjelder som et minimum de krav som er satt til utstyr i:

- Norsk standard
- FGs regelverk
- NEK EN 50131
- NEK EN 50132
- NEK EN 50133
- NEK EN 50136

### Utstyr- plassering og funksjoner

Alt utstyr skal være montert i henhold til produsentens anvisninger. Utstyr som inngår i et elektronisk sikringsanlegg skal være kompatibel, samt være tilpasset miljøet det plasseres i.

Mellom sentralutstyr og systemdeler skal forbindelsene være overvåket. Sentralapparat (SA), alarmtransmisjon og strømforsyning skal være plassert innenfor overvåket område og skal monteres på sentralt plassert rom/område i henhold til systemenes sikkerhetskrav.

### Integrering av kameraovervåkning (TVO), adgangskontroll (AAK) og innbruddsalarm (AIA)

Sikringsanlegg skal bygges opp som selvstendige system for AIA, AAK og TVO. Dette for at man skal ha god driftssikkerhet selv om man får problemer med et av anleggene.

## Merking

Det understrekes at det skal benyttes varig merking. Tusj, markeringsteip o.l. godtas ikke.

Om ikke annet er avtalt skal dette utføres i henhold til gjeldene normer og krav, herunder:

- NEK EN 50131           AIA
- NEK EN 50132           TVO
- NEK EN 50133           AAK

## Sikkerhet

Utstyr skal sikres i henhold til sikkerhetsloven samt forsvarrets retningslinjer og lokale sikkerhetsbestemmelser. Et minimumskrav er at utstyret plasseres i henhold til sikkerhetsklassifiseringen i prosjektet. Informasjon og dokumentasjon må vurderes iht. forskrift for informasjonssikkerhet og graderes i samråd med eier/ansvarlig for installasjonen.

Det må tas spesielt hensyn dersom utstyr plasseres i nærheten av andre sikkerhetsgraderte systemer og/eller utstyr med tilkoblet radiosendere.

## Sabotasjesikring

Alt utstyr i systemet, inklusive kursopplegg, kabelsløyfer og koblingsbokser skal være sabotasjesikret mot forsøk på manipulasjon av systemets funksjoner. Alle komponenter i systemet skal være sabotasjesikret med indikasjon ned til den spesifikke adressen som har avgitt alarm.

Forsøk på sabotasje skal utløse alarm.

## Strømforsyning

Driftsspenningen skal primært være 230V nettspenning. Skal forsynes via egne kurser. Der det finnes prioritert strøm/reservestrøm skal dette benyttes.

Systemet skal leveres med beskyttelse mot overspenninger. Øvrige føringer se kapittel 4 – Elkraft

## Batterisikkerhetskopi

Det skal benyttes vedlikeholdsfrie batterier med spenning tilpasset utstyrstype. Batterisikkerhetskopi skal sikre mot driftsforstyrrelser og være i stand til å drive dør (lås) og kortleser i AAK-systemet minimum 4 timer etter nettutfall. I AIA Grad 3 system skal strømforsyningsutstyret dimensjoneres slik at det kan drive alarmsystemet i minst 30 timer ved bortfall av primær strømforsyning.

Utladet akkumulator skal være oppladet til 80 % av systemets maksimale belastning (Ah) etter 24 timer. Overgang til batterisikkerhetskopi skal resultere i en alarmmelding. Server skal ha UPS for minimum 15 minutters drift.

Forsøk på sabotasje skal utløse alarm.

## 56 Automatisering

De tekniske anleggene skal kunne styres og betjenes fra:

- SD-anlegg for leir.
- Lokal betjeningsterminal i hver bygning.

Automasjonsanlegg skal kunne styres og fungere selv om undersentral og eller SD-sentral er slått ut og er dysfunksjonelle. Dette betyr at manuell styring av utgangsmøduler skal være mulig.

Systembilder; herunder på tavlefront, skal være utført slik standard-bilder er vist i FB sine kvalitetsdokumenter. Egne løsninger skal ikke benyttes.

Det skal leveres standardprodukter som er allment tilgjengelige på markedet og skal være godt utprøvd. Produktene skal ha en levetid i minimum 10 år etter overlevert anlegg med hensyn til reservedeler og support. Løpende lisenskostnader skal medtas for 10 års varighet for alle programvarer som leveres.

Alle anlegg skal kunne styres og betjenes av lokal driftstekniker og av stedlig forsvarspersonell. Det skal være tilgjengelig kurs- og opplæringsmateriell for driftspersonell.

Nye lokale bygningsautomatiserings-systemer (BAS) skal innlemmes i eksisterende lokale SD-anlegg der slike finnes. Alle løsninger skal være åpne og antiproprietære. Det skal benyttes løsninger som er 100% BTL-sertifisert BACnet-basert. Alt utstyr, alle programmer, all merking og språk med mer skal være BACnet BTL-sertifisert.

### **Merking av automasjon**

Merking skal være i henhold til siste versjon av Engineering Data Exchange (EDE) for BACnet. Alle bygningsautomasjons-systemer (BAS) skal leveres på BACnet-laboratorie-testet standard. BACnet/IP B-BC skal benyttes for integrasjonsløsning. BACnet Object skal gis BACnet BTL-standard navn og skal gis logisk forklarende tekst på norsk, for eksempel «Temperatur tilluft», «Vanntemperatur retur varmebatteri», etc.

BACnet Object Schedule og Calendar skal benyttes for tidsstyring, kreering av trend og alarmer med mer og skal visualiseres på SD-skjerm. Tidsstyring, alarm, trendkurver med mer skal betjenes via standardfunksjoner fremstilt på skjerm.

### **IP-Adresser**

Det skal på ingen måte opprettes internettilgang mot tekniske anlegg. Nettverksutstyr leveres av Forsvaret og Forsvarsbygg.

## **562 Sentral driftskontroll og automatisering**

Det er vesentlig at SD-anlegget kan benyttes for SRO av flere automasjonsvariabler. SD-anlegg skal være åpne og slik konfigurert at alle kjente parametere fra ulike systemer og prosesstyringer kan innlemmes i SD-anlegget. For eksempel må Modbus, Mbus, BACnet, OPC UA og andre standardssystemer kunne innlemmes.

Forsvarsbygg skal ha full og uinnskrenket eiendomsrett til og tilgang til alle programmer og programmering, makroer og biblioteker med varighet i 10 år etter overtakelsen. Programvare, lisenser, føringer og utstyr skal være tilgjengelig i samme versjon, eller fremtidig oppgradert versjon med kompatibilitet med levert versjon, som reservedel i like lang tid som forventet levetid, minimum 10 år.

Leverandør skal ivareta en komplett sikkerhetskopi av komplett database/system i etterkant av enhver endring og utvidelse eller nyetableringer for automasjonsanlegget. Sikkerhetskopiering skal skje ved hver oppdatering av programvare i hele anleggets levetid. Dette gjelder også for oppdatering av systemer fra for eksempel Microsoft og andre underliggende programvare som er nødvendig for å drifte og drive de spesielle BA-funksjonelle systemene. Sikkerhetskopien skal overleveres Forsvarsbygg.

Systemer, styringer, reguleringsfunksjoner og overvåkingsfunksjoner fra undersentralnivå skal overføres med full funksjonalitet til sentralt plassert driftskontrollanlegg. SD anlegget skal leveres, monteres og

ivareta funksjoner i henhold til systembilder, bestykningslister, funksjonsbeskrivelser og andre funksjoner innlemmet i undersentralnivået.

Hovedserver til SD-anlegget skal utstyres med UPS for å ivareta sikker nedstenging. Hovedsentral tilkobles prioritert kurs, så fremt det er tilgjengelig. UPS skal ha minimum varighet på 10 minutter. Kontakt med undersentral skal opprettholdes. Undersentraler for kritiske systemer (prosesskjøling, nærvarmeanlegg, o.l.) skal utstyres med batterireserve for å sikre kontinuerlig drift og sikker nedstenging.

Det skal tilrettelegges for at det kan gjennomføres lokal betjening for hvert teknisk rom via TCP/IP tilkopling med PC eller annen operatørterminal skal kunne gis tilgang via programmert svitsj. All kommunikasjon skal basere seg på Nettbasis-U svitsjer.

#### **5621 Oppbygging av grafisk grensesnitt (GUI)**

Det grafiske brukergrensesnittet baseres på vindusteknikk og grafisk bildeoppbygging. Betjeningssystem for operatør skal bygges opp rundt utstrakt bruk av menyer og "mus", eventuelt i kombinasjon med bildeavhengige funksjons-taster. Brukergrensesnittet skal tilpasses uerfarne brukere ved hjelp av menyer og ledetekster og den erfarne bruker med mer direkte tilgang. Rask respons på utførte funksjoner. Dialogfelt med ledetekster som guider operatøren gjennom systemet, og gir objekt-status etter at tag/objekt er valgt. All informasjon til driftsoperatør må være på norsk.

Kommando som medfører statusendring av et objekt, skal være to-trinns kommando, slik at det på operatørstasjonen gis sann tilbakemelding til operatøren om valgt objekt og objektets status når en kommando er utført. Dette for å sikre korrekt kommando til korrekt objekt. Det settes krav til responstid fra kommando er gitt til sann tilbakemelding har oppdatert operatørbildet.

For å hindre uautorisert tilgang til systemet, deles systemet opp i adgangsnivåer med passordbeskyttelse:

- Nivå 1 har kun mulighet for lesing av data. Krever passord og brukerinnlogging.
- Nivå 2 er normalt operatørnivå med mulighet for pre-definerte operatørinngrep. Krever passord og brukerinnlogging. Logges automatisk ut etter inaktivitet i justerbar tid.
- Nivå 3 tillater konfigurering, bildebygging og programmering av system samt vedlikehold.

Operatøren skal selv fritt kunne definere hvilke målepunkter som skal inngå i historisk trend (minimum 10 år tilbake i tid), og for hvilken tidsperiode de skal vises. Det forutsettes at minst 4 målepunkter kan presenteres i samme aksesystem samtidig, med 2 forskjellige Y-akser. Operatøren må ha mulighet til kreering av egne trendbilder i tillegg til de pre-definerte. Momentan trend (real-time trend) skal vise data for målepunkter et kort tidsrom tilbake og nå-verdi. Oppdatering av momentan trend skal kunne justeres av operatøren, med intervall fra 1 sekund. For alle digitale måleverdier skal det benyttes COV (change of value) for trendlogging.

For beregning av nødvendig lagringskapasitet, må dette sees i sammenheng med antall målepunkter SD-anlegget skal overvåke.

I systemet skal det ligge flere ferdige maler for rapportering av verdier. I tillegg skal brukeren selv ha mulighet til å bygge/endre rapporter etter behov. Både layout, hvilke data og beregninger må kunne endres uten behov for omprogrammering. Det skal inngå en enkel statistikk/rapport som teller antall alarmer per objekt eller lignende.

Alarmtekst skal inneholde; etablissement, bygg, system, komponent i henhold til NS 3457-7 med forklarende tekst. Alarmobjektet skal tilknyttes hyperkobling som navigerer deg til systembildet hvor komponenten er visualisert.

Alarmer skal gi operatør utvetydig, rask og nøyaktig beskjed om type alarm og hvor alarmen har oppstått. Det skal være et eget alarmvindu som til enhver tid viser de to siste alarmene i systemet. I alle prosessbilder presenteres objektene med alarmstatus. Presentasjonen kan gjøres ved at objektet endrer farge til alarmfarge eller at det markeres med symbol ved eller i objektet. Målte verdier i alarm indikeres der de fysisk er plassert i prosessen. Operatøren må uavhengig av aktivt skjermbilde, få indikert nye aktive alarmer som rapporteres fra prosessen.

Alle prioriterte alarmer skal ha akustisk varslings, med mulighet for avstilling. Følgende informasjon skal som minimum, med ulike farger, presenteres i hver alarmlinje:

- Ukvittert aktiv alarm
- Kvittert aktiv alarm
- Opphørt alarm

Det må være mulig å passivisere og blokkere alarmer og alarmgrupper, samt mulighet for blokkering av følgealarmer. Alarmtabell må kunne sorteres slik at ikke-kvitterte aktive alarmer står øverst, kvitterte aktive alarmer deretter og kvitterte ikke-aktive alarmer nederst. Det skal være mulig å søke etter alarmer fra spesifiserte systemer/undersentraler.

Alle alarmer skal være tilrettelagt for kunne skrives ut på lokal skriver eller tilknyttet nettverksskriver. Alle alarmvarsler skal ha mulighet for endring av prioritet i SD-anlegget. Definerte brukere skal ha mulighet til gruppekvitte.

Alarmutsending (alarm til driftsoperatør) må kunne aktiveres automatisk av/på ved definerte klokkeslett, eventuelt manuelt slås av/på eller kombinasjon av disse. Passiv/aktiv utsending markeres på statuslinje for SD-anlegget.

I tillegg til skjermbilder for nødvendig prosessinformasjon, skal SD-anlegget bygges opp med egne skjermbilder for systeminformasjon. Til systeminformasjon regnes:

- Hjelpesfunksjoner /-beskrivelser og systemtegninger
- Systemstatus
- Dagbok
- SD-anleggets FDVU-dokumentasjon, herunder vedlikeholdsinformasjon og funksjonsbeskrivelser og tavleskjema

Hjelpesfunksjoner /-beskrivelser og systemtegninger skal gi en komplett beskrivelse av hvordan SD-anlegget skal betjenes. All informasjon skal være tilgjengelig ved menyvalg fra systemet og på elektronisk format.

Systemstatus skal gi operatøren statusinformasjon om styresystemet, samt gi beskjed på hvor og hva som er i alarm. Alvorlige feil i styresystemet varsles som kritisk alarm. Systemet skal ha interne diagnostikkmuligheter for rask lokalisering av feil. Det skal kunne etableres statusbilder per system som gir god geografisk oversikt og fysisk plassering av komponenter.

Det presenteres informasjon om vedlikehold av det enkelte system. Denne informasjonen skal hjelpe operatør til å opprettholde en enkel og sikker drift av driftskontrollanlegget. Med dette menes oppstart og nedkjøring av anlegget, endring av layout rapporter, start/stopp på deler av tekniske anlegg, tvangsstyring av enheter, vanlig systemvedlikehold som endring av klokke, passord, utføre sikkerhetskopiering og rydding av gamle filer.

Dagbok skal gi operatøren mulighet til å skrive inn/hente ut informasjon vedrørende drift av de enkelte anlegg. Dagboken skal kunne eksporteres i redigerbart filformat.

Leverandør utarbeider rutiner og prosedyrer for sikkerhetskopi og systemgjenopprettelse av SD-anlegget. Sikkerhetskopi av lagrede data og programvare skal kunne utføres online. Det skal kunne tilpasses ulike frekvenser for lagring av sikkerhetskopi. Sikkerhetskopi utføres som minimum ved anleggsendringer og månedlig.

Leverandør er forpliktet til å ivareta en komplett sikkerhetskopi av komplett database/ system i etterkant av enhver endring/utvidelse eller nyetableringer for automasjonsanlegg. Sikkerhetskopien skal lagres på tildelt område/enhet fra Forsvarsbygg

#### **5622 Maskinvare som inngår i SD-anlegget**

Det skal leveres en høytytelseserver som minst skal oppfylle følgende krav:

- Raid 5 konfigurasjon som sikrer lagringskapasitet over en periode på 10 år. Minimum 8 x 480 GB SSD. Systemet skal støtte hot-swapping.
- Prosessorkraft med høy ytelse, minimum Intel Xeon Gold 5416s eller tilsvarende.
- Det skal leveres minimum 1 ekstra harddisk med riktig konfigurasjon (reserve) for mulig utskift.
- Redundant strømforsyning.
- 5 års teknisk garantitid.
- Ethernetkort 100/1000 Mbps (RJ45)
- Leveres som rack eller tower.
- Server skal konfigureres slik at den alltid går til automatisk oppstart etter strømbrytning. Når serveren slås på skal initiering av programmer, selvtestrutiner og fastlagte oppstartsekvenser utføres automatisk.
- Klientpcer anskaffes av Forsvarsbygg.

#### **5623 Programvare som inngår i SD-anlegget**

Grunnprogram for hovedsentral velges av leverandør. Minimum skal følgende tilfredsstilles:

- Operativsystem skal være nyeste versjon av Windows.
- Operativsystemet skal tilordnes virtualiseringsprogramvare som for eksempel VMware vCenter Server 8 Standard.
- Anleggsspesifikt applikasjonsprogram.
- Bilderediteringsprogrammer for systembilder og SD-anlegg.
- Alle aktuelle drivere skal være inkludert, eksempelvis:
  - BACnet-AWS
  - Modbus TCP/IP
  - OPC UA
  - KNX IP
  - Dali
- All programvare for ivaretagelse av korrekte funksjoner i systembilder, systembeskrivelser og undersentral.
- Forsvarsbygg skal ha eierrettigheter til alle programmoduler som leveres og det skal være mulig å gjøre tilpasninger uavhengig av leverandør.
- Grunnkonfigurasjon for SD-anlegg skal tilrettelegges for bruk av webserver.
- Klargjort program for distribusjon av alarmer og meldinger til personell via SMS og e-post.

## **5624 Funksjoner i SD-anlegget**

De overordnede kravene til installert programvare (listen er ikke uttømmende) må konfigureres med mulighet for ivaretagelse av følgende funksjoner:

- Sanntidsfunksjoner
- Online programmering SD/undersentraler
- Rapportgenerator
- Trend, minimum 10 års historisk data
- Sikkerhetskopi
- Innsamling data fra alle undersentraler
- Hendelse- og tidsstyring
- Hendelseslogg
- Behandle målte verdier
- Alarmregistrering

Brukene skal kunne defineres med ulike rettigheter og minimum 10 stykker skal kunne betjene systemet samtidig. Eventuelle nye systembilder som legges inn i eksisterende SD-anlegg skal ha tilsvarende layout og funksjonalitet som eksisterende systembilder i SD anlegget. Prosjekteringsgrunnlaget benyttes som underlaget for SD-layout og flytskjema for tavlefronter ute i anlegget. Flytskjema i tavlefront skal revideres og tilpasses slik at de viser de aktuelle komponentene som betjenes fra tavlen.

Operatøren skal på en rask og intuitiv måte kunne finne frem til riktig anleggsdel.

Det skal etableres linker mellom bilder som har logiske koblinger for raskere tilgang på informasjon.

SD-anlegget skal fungere konfliktløst med feltutstyr. Alle driftsdata, herunder virkningsgrader og SFP-faktorer (spesifikk vifte-effekt) skal presenteres på skjerm. SD-anlegget skal etableres med automatisk gjeninnkobling etter nettutfall, være selvovervåkende og gi melding om intern feil.

SD-anlegget skal tilfredsstille alle funksjonskrav i funksjonsbeskrivelser, systembilder og funksjonstabeller. Funksjonsbeskrivelser for alle betjente systemer skal enkelt kunne hentes til skjerm. Dialogfelt med ledetekster som guider operatøren gjennom systemet, og gir objekt-status etter at tag/objekt er valgt. All informasjon til driftsoperatør skal være på norsk.

Bilde i bilde funksjonalitet (hente trendbilde inn i prosessbilde) skal etableres. Hjelpetekster / -menyer i hvilket som helst bilde skal kunne hentes frem.

Administrator skal kunne definere områder og byggverk med tilhørende alarmer og overordnede funksjoner tilknyttet disse for de ulike operatørene.

Alle undersentraler tilknyttet SD-anlegget skal tidssynkroniseres i henhold til serveruret.

Varsling av offline fra enheter og undersentraler skal varles i alarmkonsoll i SD-anlegget.

Via operatørkommandoer skal følgende kunne utføres:

- Start / stopp for definerte funksjoner.
- Manuell overstyring enkeltkomponenter (ventiler, motorer etc.).
- Innstille driftsparametere.
- Innstille alarmgrenser.
- Kvittere rapporterte feil.
- Blokkere alarmer/alarmgrupper.

- Logge målte verdier.
- Utføre utskrift av logger og systembilder.

### **563 Lokal automatisering**

Undersentralene skal fungere som selvstendige funksjonenheter med all programvare for SRO av de systemene som er tilkopleet. Undersentralene skal være "autonome". Feil på en undersentral eller arbeidsstasjon skal ikke påvirke de andre. Programmoduler for alle systemer kjent i bransjen sammen med programmering skal inngå i leveranse og kostnad. Dersom det må monteres over himling skal det, merkes tydelig på himlingsprofil, og det skal være tilstrekkelig plass for arbeide og feilsøking, uten behov for å flytte på tekniske installasjoner i himling.

Lokal automatisering skal ha undersentraler som støtter følgende protokoller:

- C-bus, Honeywell
- N2-bus Johnson Controls
- Modbus TCP IP/RTU
- M-bus
- BACnet IP/MSTP
- LON-bus
- OPC UA
- KNX IP

Alarmer skal tidsmerkes i undersentral og overføres til hovedsentral. Dersom hovedsentral er ute av drift skal alarmer lagres i undersentral og overføres automatisk, umiddelbart etter at kommunikasjon er med hovedsentral er gjenopprettet. Historiske data skal mellomlagres i undersentral slik at når hovedsentralen er ute av drift eller forbindelse til hovedsentralen ikke er til stede, skal data ikke forsvinne. Datainnsamling skal utføres slik at den ikke overbelaster kommunikasjonen til SD-anlegget. Det skal finnes mulighet for å bestemme vilkåret for overføring av historiske data til hovedsentral, for eksempel avhengig av tidspunkt eller fyllingsgrad av minne. Det skal leveres standardiserte innganger for motstandsgivere, 0-10 VDC og 0-4-20 mA. Det skal finnes adgangssperre slik at uvedkommende ikke kan omstille verdier i undersentralens programmer. Avlesninger av status skal kunne utføres uavhengig av adgangssperre dersom lokalt display blir levert.



### **Oppstart etter spenningsbortfall**

Undersentralens IO-moduler skal programmeres med sikker posisjon ved feil eller oppstart/omstart av undersentral.

Samtlige digitale utganger i undersentraler skal automatisk innta den status de normalt ville ha på det tidspunkt da spenningen kommer tilbake. Dette for å sikre at ventilasjonsaggregater, pumper o.l. startes opp automatisk etter spenningsbortfall med den status de normalt skal ha.

Oppstartstid etter strømbrydd skal ikke overstige 30 sekunder.

### **Lokal betjening med display**

Det skal etableres minimum 1 betjeningsterminal for SD-anlegget i hvert teknisk rom. Disse terminalene skal ha automatisk avlogging.

#### **5631 Maskinvare som inngår i lokal automatisering**

Kontrollerne skal designes slik at de ikke mister data ved strømutfall.

Undersentral skal utstyres med UPS for å ivareta sikker nedstenging og for å beskytte undersentralen mot eventuelle «pik» i strømmettet. Undersentral skal tilkobles prioritert kurs, såfremt det er tilgjengelig i standardanlegg, og ALLTID i situasjonskritiske anlegg. UPS skal ha minimum varighet på 10 minutter. Kontakt med hovedsentral skal opprettholdes.

#### **5632 Programvare som inngår i lokal automatisering**

Det skal utelukkende benyttes BACnet baserte undersentraler som minimum støtter ISO 16484-5, BACnet-protokoll siste revisjon (nå: rev. 12). Undersentraler skal være verifisert som B-BC og støtte hele BIBB profilen for B-BC. Undersentraler skal også ha innebygget BACnet Broadcast Management Device (BBMD) funksjon, samt støtte opsjoner for alarmering (Intrinsic reporting) og punktoppdatering (COV). Kommunikasjonen mot overordnet system og mellom andre undersentraler skal være over BACnet/IP. Utstyr skal skriftlig dokumenteres å være BACnet PICS godkjent og å være BTL-listet utstyr. Det presiseres at alle objekt-navn (ObjectName) i undersentral skal være entydige og utført i henhold til TFM. For ethvert BACnet-objekt skal forklarende tekst under egenskap beskrivelse (Description) være på norsk, og egenskap for enhet (unit) skal være utfyllt med korrekt enhet i forhold til objektets verdi. Loggdata skal lagres i undersentral (BACnet TrendObject) for å unngå tap av data ved kommunikasjonssvikt mot overordnet system. Alarm- og varslingstilstander med eventuelle tidsforsinkelser, skal konfigureres direkte i BACnetobjektet og overføres via «Notification»-objekt.

Undersentraler skal som minimum inneholde og oppfylle følgende krav:

- Peer to peer kommunikasjon.
- Årsuret skal ha helligdags-/ferieprogram med mulighet for individuell styring tilknyttede systemer.
- Fri programmerbare.
- Full VVS funksjonalitet med reguleringsprogrammer og bransjekjent programvare tilpasset VVS-anleggene.
- Fleksibel konfigurasjon av I/O og mulighet for manuell overstyring på AO og DO.
- Alarmhåndteringsprogram.
- Testprogram for intern overvåkning og feildiagnostikk.
- Sekvensiell oppstart etter spenningsbortfall.
- Driftstimetelling for roterende maskineri.
- 25% ledige I/O i hver undersentral.
- 25% ledige kapasitet i underfordeling.

## 564 Installasjoner for bussystemer

Det skal tilbys ett buss basert system på BACnet MSTP eller Modbus RTU. Det skal ikke benyttes trådløst utstyr. Utstyr over himling skal unngås, det gjøres unntak for særskilte anlegg. Når det gjøres unntak, skal de plasseres over himling i korridor/gang. Det skal være 10% ledig kapasitet for tilkobling av nye noder. Utstyr for kommunikasjon og spenningsforsyning skal monteres i underfordelinger. Alle bussystemer skal tilkobles lokal undersentral, her endres dataobjekter til BACnet IP med korrekt TFM-merking.

Feltutstyr merkes i henhold til TFM. Alle komponentene merkes med bussrelevant informasjon.

## 565 Installasjoner for FDVUS: Administrative systemer

Energioppfølgingssystemet (EOS) til Forsvarsbygg er Energy Manager. EOS er et overvåkningssystem og må ikke forveksles med SD-anlegg - som styrer tekniske anlegg. Energy Manager skal være adskilt med et galvanisk skille fra Forsvarets eller Forsvarsbyggs tekniske nett.

I Energy Manager eier Forsvarsbygg dataene. Det er kun for ugraderte EBA Forsvarsbygg innhenter energiforbruket på leir og byggnivå. Energidataene er strøm-, varme-, kjøle- og vannforbruk. Informasjonsforvaltningen i Forsvarsbygg bestemmer hvilket EBA som kan være i Energy Manager. Tillat informasjon fra HER-lista er etablisementsnummer, etablissement, inventarnummer, inventarnavn, byggtipe nummer, byggtipe, byggeareal og oppføringsår. Innhenting av data til Energy Manager skal avtales med regionens Energiansvarlig/EOS-ansvarlig.

Kommunikasjonen fra EBA skal gå via Mbus/Modbus kommunikasjon fra energimåler til en Elvaco CMe2100 LTE M-bus-logger eller tilsvarende over LTE nettverket. Kommunikasjon fra SD-anlegg må gjennomføres ved at det er et galvanisk skille. Det er mulig å oppnå med en datadiodeløsning med enveiskommunikasjon.

SD-anlegget skal leveres med modul for ivaretagelse av energioppfølgingssystem (EOS) slik:

- Forbruksprogram for registrering av elektrisk energi, vannforbruk og varme- og kjøleenergi. Programmet skal automatisk oppdateres med tilknyttede målere og om nødvendig benytte manuell avlesning og innlegging av målte verdier. Energiforbruket skal kunne lagre timesverdier, effektuttak, presentere ET-kurver samt månedlig energiforbruk til fordeling på leietagere.
- Avvik fra normalt forbruk skal utløse alarm.
- Avvik skal kunne kommenteres i logg.
- Forbruk skal vises i valgbare perioder (time, uke og måned).
- Det må være mulig å innhente målerverdier automatisk fra målere og givere.
- Det skal automatisk genereres måneds og årsrapporter.

Det er i mange etablissementer allerede installert EOS ved at vann- og temperaturmålere er montert. I stor grad er dette som Kamstrup eller tilsvarende, der vannmengder og temperaturer måles.

Det forutsettes at energigrupper i NS 3031 blir gjenstand for måling og behandling i EOS- modulen i SD-anlegget. Alle verdier som behandles i EOS modulen skal sømløst kunne overføres til annet SD-anlegg og overordnet SD-anlegg.

Målte verdier skal gi grunnlag for følgende:

- beregne ET-kurver
- beregne energiregnskap
- utføre effektstyring
- utarbeide energibudsjett

- utarbeide opplegg for FDVU
- danne underlag for fakturering

## 6 Andre installasjoner

### 61 Prefabrikkerte rom

#### 611 Prefabrikkerte kjølerom

Rommene utformes som «rom i rom» – hvilket betyr at rommene ikke plasseres direkte mot yttervegger eller tak. Det kan være aktuelt å forsterke gulvet med et ekstra lag med utskiftbare og fuktbestandige kryssfinerplater.

#### 612 Prefabrikkerte fryserom

Varmekabler skal benyttes der det er nødvendig for å hindre påfrysing og is.

### 62 Person- og varetransport

#### 621 Heiser

- Heiser for personbefordring skal ha automatiske skyvedører med minimum 900mm bredde og 2000mm høyde.
- Minste hastighet ved personbefordring er 0,5 m/sek.
- For bedre arealutnyttelse skal det prosjekteres med heiser uten maskinrom.
- Mindre heiser for varetransport kan være for skruedrift.
- Heismaskin skal vibrasjons isoleres og ikke plasseres nær støyømfintlige rom.
- Der hvor heis er koblet til brannalarmsystemet skal den ved utløst brannalarm gå til utgangsplan og stoppe der. Dørene må kunne åpnes av personer som befinner seg i heisen.
- Feilmelding for heis skal tilkoples SD-anlegget.
- Heisstoler skal være utstyrt med toveis kommunikasjonsmidler som muliggjør vedvarende kontakt med en redningstjeneste.

### 65 Avfall og støvsuging

#### 651 Utstyr for oppsamling og behandling av avfall

Det skal arbeides for å redusere mengde avfall. Alt avfall skal kildesorteres og i størst mulig grad gjenbrukes eller gjenvinnes, i henhold til innskjerpingen i Avfallsforskriften av 1.jan 2025.

Det skal tilrettelegges for kildesortering i alle bygg og kildesorteringssentralen i bygningen, må legges i nærheten av heis og rengjøringssentral. Valg av fysiske løsninger for avfallssortering skal tilpasses bygningens formål og produksjon av avfall. Løsningen skal være godt synlig og hensiktsmessig plassert i forhold til byggets bruk, f.eks. skal det tilrettelegges for sortering av de fraksjoner man produserer på oppholdsrom der det lages mat. Farlig avfall og elektrisk/ elektronisk avfall (EE avfall) skal skilles ut som egen fraksjon, før det leveres på miljøstasjonen.

## 7 Utendørs

#### 71 Bearbeidet terreng

Det skal prosjekteres og etableres en sikker og effektiv adkomstløsning for lift rundt hele bygget. Adkomsten skal dimensjoneres for å kunne håndtere en lift av nødvendig størrelse og vekt for utvendig vindusvask vår og høst.

Terrenget rundt bygninger planeres slik at det blir minimum 30 cm fra bakken og opp til utvendig veggkledning. Terrenget må planeres med fall slik at overvann renner bort fra bygningen. Det må tas hensyn til at tilbakefyllingsmassene vil sette seg over tid. Fallet ut fra bygningen etter at massene har stabilisert seg skal være minimum 1:50 i en avstand på minimum 3m fra vegg. Som et alternativ kan terrenget planeres med et fall langs veggene mot laveliggende områder, forutsatt at de lokale forholdene tillater dette. Se Byggforskseriens anvisning 514.221 for mer informasjon.

## **712 Drenering**

Lokal infiltrasjon av overflatevann skal prioriteres, dersom dette ikke er hensiktsmessig skal overvannssystemet dimensjoneres for å kunne håndtere fremtidens klimautfordringer ved å beregne overvannsmengden for 100års regn med 10 minutters intensitet og en 40% (1,4) klimafaktor. Dersom kommunale krav er strengere skal disse følges.

## **714 Grøfter og groper for tekniske installasjoner**

Det skal alltid gjennomføres kontroll av forlagt installasjon i grøft før gjenfylling. Sveiste rør må eventuelt røntgenfotograferes for å verifisere korrekt sveis og tetthet. Masse for gjenfylling av grøft, og metode for gjenfylling skal dokumenteres og skal kunne underlegges Forsvarsbygg sin kontroll.

### **Elkraftinstallasjoner**

- Kabelgrøft skal ha en dybde på minimum 0,6 m fra grøftebunn til bakkenivå. Bredden er avhengig av antall kabler og rør, men minimum 0,3 m. Grøftebunnen avrettes med 0,1m steinfri masse. Type masse avgjør komprimeringsgraden. Massen skal ikke gi setninger i ettertid.
- Rør legges i singel og fin pukk, korntørrelse avhengig av rør-type. Komprimering gjøres før og etter legging. Singel/fin pukk skal dekke rør og/eller kabel med minst 0,1m. Massen skal ikke gi setninger i ettertid.
- Tilbakefylte masser skal ikke inneholde større stein enn 1/3 av fylt lagtykkelse.
- Der kabelgrøft passerer vei eller annet trafikkert område må kabel/trekkerør anlegget forsterkes med mager betong eller tilsvarende.
- I fellesgrøfter for kommunikasjon og kraft legges det merkebånd for kraft og tele 0,1-0,2m under bakkenivå.
- I alle kabelgrøfter legges jordleder 50qm Cu.

### **VA-installasjoner**

VA norm skal legges til grunn, fortrinnsvis lokal VA-norm. Ved fravik fra denne skal det søkes til Eiendomsforvaltning i Forsvarsbygg.

- Det skal være minimum 100 mm med singel 4/16 under rør.
- Sidemasser skal komprimeres for å unngå setningsskader og skal bestå av pukk 4/32.
- Det skal være minimum 600 mm overdekning over øverste rør i grøft. Spillvann og drikkevann skal legges frostfritt.
- Det skal prioriteres å benytte gjenbruksmasser, framfor bruk av jomfruelige/rene/nye masser. Dersom gjenbruksmasser benyttes skal det dokumenteres at massene ikke er forurenset og at kvaliteten er lik rene/nye masser. Det skal benyttes helsveiste rør for pumpeledninger. Bend, avgreininger og dimensjonsoverganger skal forankres. Det skal brukes diffusjonstette rør.
- Det skal legges fiberduk i minimum klasse 2 i bunn og langs grøftevegg og singel. Duken skal ligge rundt singelen som ligger rundt rørene slik at duken ligger mellom singel/pukk og gjenfyllingsmasser.
- Tetthetsprøving av selvfallsledninger skal utføres i henhold til NS-EN 1610.
- Tetthetsprøving av trykkledninger skal utføres i henhold til NS-EN 805.

## Fjernvarme

- Det skal være minimum 600 - 1000 mm overdekning over toppen av rørene.
- Rørene skal dekkes med 8/12 eller 4/16 singel i en lengde på minimum 300 mm i alle retninger.
- Det legges duk av klasse 3 over og under singel. Massene som ble gravd ut fra grøft skal brukes til fyllingsmasser over duk så lenge massene ikke er forurenset.
- 

## 72 Utendørs konstruksjoner

### 727 Kummer og tanker for tekniske installasjoner

- Størrelse på kummer bestemmes av antall rør som føres inn i den enkelte kum. Rektangulære kummer utrustes med lokk som kan åpnes i hele kummens lengde. Utenfor kontrollert område senkes kummer minst 0,2m før den overfylles.
- Alle ytterlokk av betong skal ha innstøpt stålplate for å kunne søke med metalledetektor.
- Det etableres kummer for skjøting fra utvendig til innvendig kabel i grensesnittet bygg/infrastruktur.
- Kumlokk leveres etter belastning kummen kan bli utsatt for.
- Hull for innføring av rør i kum kjerneborres av leverandør før kummene leveres byggeplass.
- Kummer dreneres, vannkummer skal ikke dreneres til spillvannsførende ledning. Det benyttes pakning for tetting mellom kum og rør.
- Alle kummer leveres med låsbart innerlokk.
- Kummer for trekking av datakabler skal være av låsbar type som ivaretar kravet til sikkerhet.
- Vannledninger skal tilkobles med ventil i kum, an boring skal ikke benyttes.
- - Kummer skal utformes slik at ventiler kan manøvreres fra bakkeplan
- Mellomring skal monteres på alle vannledninger inn og ut av vannkummer.
- Lufteventiler skal monteres i høybrekk. Kummer plassert i lavbrekk skal ha mulighet for utspyling der det lar seg gjøre.
- Endekummer skal etableres med brannventil, sluseventil for utspyling og lufteventil
- VA-kummer skal merkes med skilt på nærmeste husvegg, gjerde eller ved bruk av egen stolpe. Overvann i svart, spillvann i grønt, vann i blått og brannvannskum i rødt.
- Dersom kummen er dypere enn 1,5 m skal det monteres rustfri stige. Stige monteres 20-30cm fra terreng/topplokk og bunn kum. Kummer med dybde lik eller større enn 4,0m skal ha mellomdekke.
- Nedstigningskummer skal ha en minimumsdiameter på Ø1600mm
- Ved etablering av sprinkleranlegg skal det monteres utskiftbar tilbakeslagsventil av minimum klasse 2 i kum.
- Kummer som plasseres der det er høyt grunnvann eller i nærhet til sjø, skal leveres med IG kvalitet. Kummer skal dreneres til egnet mottak, evt. med utskiftbar tilbakeslagsventil.

## 73 Utendørs røranlegg

Alle utendørsanlegg som produserer støy skal prosjekteres og leveres slik at støy fra anleggene dempes. Anleggene skal dokumenteres å være innenfor kravene til støy fra utendørs tekniske installasjoner, når de er i driftsmodus.

Anleggsutførelse skal være i henhold til Norsk VA-norm og VA-miljøblader samt Normalreglement for sanitæranlegg, og tilsvarende krav for andre aktuelle installasjoner. For innmåling av utendørsanlegg vises det til gjeldende versjon av Konkurranses grunnlagets del III-C1 Krav til FDVU-dokumentasjon NS 8401-8405-8406-8407 - kap. 4.9.3 Innmåling.

Generelt skal alle pumper leveres med start-, drift- og alarmsignal. Alarmsignal skal gå til feil ved strømløs tilstand. Pumper skal kobles til SD-anlegg for styring og overvåking. Der SD-anlegg ikke er tilgjengelig skal det klargjøres for dette.

Alle nye røranlegg, inkludert varme, kjøle, vann og avløpsrør skal kontrolleres og trykkprøves i henhold til NS-EN 805 før de settes i drift. Dette skal utføres av en uavhengig tredjepartskontroll.

### **731 Utendørs VA**

VA-anlegg skal dimensjoneres slik at brannvannbehovet er ivarettatt og i henhold til kommunale krav. Det skal prosjekteres stikkledninger utført av rør som tilpasses trykket på lokasjonen. Heltrukne rør fra hovedledning fram til utvendig hoved stoppekran og videre heltrukken inn til innvendig hoved stoppekran skal benyttes. Ved større dimensjoner hvor skjøting er nødvendig, skal grube benyttes.

Kjøresterkt lokk skal benyttes over utvendig stengekran. Brannvann, se kap. 8.1 Brannsikkerhetsstrategi.

Det skal prosjekteres fettutskillere etablert på utsiden av kjøkkener og andre bygninger som fører fettholdig avløp til avløpsnett, slik at avløpsnett ikke vil tettes av fett. Fettutskillere må være tilgjengelige for slamsugebiler. Fettutskillere skal etableres med prøvetakingskum. Fettutskillere skal dimensjoneres og plasseres slik at temperaturen i utskiller ikke overskrider 30 grader og skal være tilgjengelig for kontroll. Avløpet frostsikres. Det skal prosjekteres fettutskillere på utsiden av kjøkken og andre bygninger som fører fettholdig avløp til avløpsnett i henhold til NS-EN 1825 og lokale krav. Dette for å unngå at avløpsnett ikke tilstoppes av fett. Fettutskillere må være tilgjengelige for slamsugebiler. Fettutskillere skal etableres med separat prøvetakingskum og nivåsensor med alarm. Fettutskillere skal dimensjoneres og plasseres slik at temperaturen i utskiller ikke overskrider 30 grader og skal være tilgjengelig for kontroll. Avløpet frostsikres. Det skal etableres nivåsensor med alarm.

Det skal prosjekteres oljeutskillere etablert på utsiden av porter til hangarer og vedlikeholdshaller. Dette for å ivareta tilfeldig søl av olje og drivstoff. Oljeutskillere må være tilgjengelige for slamsugebiler. Oljeutskillere skal etableres med prøvetakingskum og være tilgjengelig for kontroll. Oljeholdig avløpsvann skal før utslipp passere sandfang eller lignende renseinnretning dimensjonert for maksimal reell vannbelastning. Nødvendig sikkerhet mot akuttutslipp skal ivaretas. Avløpet frostsikres. Det skal prosjekteres oljeutskillere på utsiden av porter til hangarer og vedlikeholdshaller i henhold til NS-EN 858. Dette for å ivareta tilfeldig søl av olje og drivstoff. Oljeutskillere må være tilgjengelige for kontroll og slamsugebiler. \\Oljeutskiller skal det dimensjoneres etter bruk, det skal være sandfang oppstrøms og separat prøvetakingskum nedstrøms. Det skal etableres nivåsensor med alarm

Det prosjekteres med varmekabel på røranlegg og utskilleranlegg som kan bli utsatt for frost og tilfrysing. Dette må underlegges spesiell oppmerksomhet fordi tilfrysing svært sjeldent skjer, men skadeomfanget er stort og konsekvensene kan bli nedsatt evne til beredskap dersom det likevel skjer. Varmekabel skal syres, reguleres og overvåkes (SRO) fra byggautomasjons-tavlen.

### **732 Utendørs varme**

Det skal brukes vannbåren varme i alle utvendige inngangssoner, inkludert trapper og ramper. Formålet er å redusere behovet for strøsand og salt, samt å minimere inntråkk av smuss og søle inn i bygningen.

Dersom oppdraget inkluderer gatevarme eller snøsmelteanlegg skal det for større arealer benyttes vannbåren varme. Snøsmelteanlegg styres automatisk via SD-anlegg med rim-/snø-giver, luft- og

bakketemperaturgiver og luftfuktighetsgiver korrekt plassert for å oppnå et funksjonsdyktig anlegg og som gir kortest mulig driftstid.

Elektriske varmekabler for smelting av snø benyttes kun i tilfeller der bruk av vannbåren varme er uhensiktsmessig. Se pkt. 745.

### **736 Utendørs luftbehandlingsanlegg**

Aggregater og komponenter skal monteres på hensiktsmessig sted og måte slik at de ikke utsettes for skader og ytre påkjenninger. *Det skal dokumenters at prosjekteringen ivaretar mulig etterlevelse av støykrav ved leveransen, og støymålinger av anlegg i drift skal verifisere ivaretagelse av lydkravene utendørs.*

### **737 Utendørs forsyningsanlegg for termisk energi**

Energisentraler, kjøleanlegg, kuldemaskiner, herunder kulde og komponenter, skal monteres på hensiktsmessig sted og måte slik at de ikke utsettes for skader og ytre påkjenninger. Det skal dokumenters at prosjekteringen ivaretar mulig *etterlevelse av støykrav ved leveransen, og støymålinger av anlegg i drift skal verifisere ivaretagelse av lydkravene utendørs.* Pre-isolerte fjernvarme- og fjernkjølerør, medierør stål- og plastutførelse med ytterkappe av plast, dimensjoneres og installeres med korrekt trykkklasse og driftstemperatur. Stålrør skal brukes i større anlegg og når det kan være aktuelt med videre utbygging. PEX-rør eller annen plast i tilfredsstillende kvalitet kan brukes på mindre anlegg når det ikke skal bygges ut videre, på sekundærside av fjernvarmenettet og i boligsammenheng. Begrensninger med PEX-rør når det gjelder trykk og temperatur må ivaretas ved prosjekteringen. Alle rør skal ha innlagt giverledning for registrering av lekkasje. Giverledningen tilkoples alarmsentral med signal til SD-anlegg. Byggverk som tilkobles eksisterende fjernvarme-/nærvarmesløyfe skal ha egen sentral for lekkasjearvsling.

Ved sammenkobling med eksisterende system må det påses at ny giverledning fungerer sammen med det etablerte systemet.

Bioenergisentraler skal ha komplett reservekraftaggregat for å sikre leveransen av fjernvarme. Dette gjelder både for egne eide anlegg og for eksterne leverandører som leverer energi til Forsvarsbygg.

## **74 Utendørs elkraft**

Anbefalte retningslinjer fra REN (Rasjonell Elektrisk Nettvirksomhet) skal følges. Kabelanlegg legges i rør.

### **Utendørs røranlegg**

- Mellom kommunikasjons- og kraftkabler legges det skille/avstandsplate på minimum 70 mm.
- Det skal benyttes plastrør med farger for å skille mellom kraft -, tele - og fiberkabler. Kvaliteter i henhold til prNS 2967, prNS 2970 og NS 2968.
- Røranlegget planlegges slik at det ikke oppstår vannlås og at vann ikke kan bli drenert inn i kummer og bygg.
- Alle rør, uavhengig av type, skal umiddelbart etter legging plugges igjen med endelokk.
- Forsterkede flerkammer-rør kan legges direkte i grunnen.
- Før overlevering kontrolleres alle trekkør ved at det trekkes «tolk» med størrelse 0,94xdiameter gjennom alle rør som ikke er tatt i bruk.
- I kabeltraseer nedlegges det reservetrekkerør som gir 100 % reserve etter ferdigstilt anlegg.
- I alle rør legges trekketråd.

### **743 Utendørs lavspent forsyning**

#### **Uttak for motorvarmer**

Uttak for motorvarmer skal ha strømbegrensning og tidsstyring. Anlegget skal styres av SD-anlegg. Uttak for motorvarmer skal være merket slik at det ikke skal benyttes til lading av elektriske kjøretøy.

#### **Forsyning av elektriske kjøretøy (tjenestebiler)**

- Mode 3 lader med type 2 kontakt uten ladeledning, eller mode 4 med ladeledning.
- Ladestasjon skal laststyres (statiske eller dynamisk) og være kompatibel i henhold til OCPP (Open Charge Point Protocol/åpen kommunikasjonsprotokoll). OCPP fra tredjeparts skybaserte løsninger (API etc.) aksepteres ikke.
- Ladestasjon skal styres av lokalt energistyringssystem, enten via digitale innganger og utganger, eller Modbus-integrasjon.
- Det skal ikke legges til rette for betalingsløsning, men det etableres ladebrikker til tjenestebilene
- Der hvor det er tilgjengelig trefas for lading, benyttes det.
- På forsvarsboliger utenfor militært område benyttes enkelt ladeboks opptil 32 A.

### **744 Utendørs lys**

Alle belysningsanlegg planlegges i samsvar med gjeldende standarder, leverandørs retningslinjer/anbefalinger og Lyskulturs publikasjoner. For utendørs belysning skal det tas hensyn for å begrense lysforurensing ved at det velges armaturer med avskjermet lyskilde og retningsbestemt nedadgående lysspredning. Krav til kvalitet er beskrevet i under 442.

- For veilysanlegg, plassbelysning og lignende utendørs belysning skal det leveres lysarmaturer med CLO.
- Lysarmaturer for vei, plasser, gater, kaier, idrettsanlegg med mer skal leveres med Zhaga sokkel for fremtidig styring av lys
- Lysanlegget styres automatisk via SD-anlegget. Der SD-anlegg ikke er tilgjengelig i eksisterende anlegg, brukes astrour eventuelt bevegelsesdeteksjon. I nyere anlegg uten tilgjengelig SD-anlegg, benyttes programmerte styringsenheter i armaturenes Zhaga System.
- Anlegget må koordineres med eventuelt TVO-anlegg (TV-overvåkningsanlegg) og sikkerhetsanlegg.
- Lyskilder skal være LED. Levetid og kvalitet ref. kapittel 44.
- Armaturmaster med fundamenter tilpasses grunnforhold og dim for største vindlast i området. Justerbare betongfundamenter anbefales.
- Master plasseres 0,6 – 1,0m fra kantsteiner eller annet fysisk hinder. Endelig plassering avklares i hvert enkelt prosjekt
- Lysanlegget skal ikke «lysforurense» det omkringliggende miljø og luftrom.
- Utvidelser av eksisterende lysanlegg integreres i eksisterende styring. Endelig løsning for styring avklares i hvert enkelt prosjekt.

### **745 Utendørs elvarme**

Elektriske varmekabler for smelting av snø benyttes kun i tilfeller der bruk av vannbåren varme er uhenksiktsmessig.



## 8 Brannsikkerhet

### 8.1 Brannsikkerhetsstrategi

For eksisterende bygg skal det gjennomføres en brannteknisk verifikasjon av eksisterende sikkerhetsinnretninger og bygningsdeler sett opp mot definert referansenivå. Når sikkerhetsnivået i byggverket er dokumentert og nødvendige tiltak er beskrevet, skal det utarbeides brannsikkerhetsstrategi.

Brannstrategien skal beskrive byggets helhetlige brannsikkerhetsnivå, uavhengig av omfanget på tiltaket og ikke isolert for det enkelte tiltaket.

Brannkonsept og -strategi skal kun beskrive løsningene som er bygget og levert.

Prosjekterende skal sikre at kravene fra kommunen, kommunalt brannvesen og 110-sentralen blir inkludert i brannsikkerhetsstrategien og brannkonseptet. Dokumentasjonen skal omfatte: vannforsyningskapasiteter, tilgjengelighet og tilrettelegging for rednings- og slökkemannskaper, inklusiv kjørevei(er) hovedinnsatsvei(er), plassering av brannnummer og hydranter og informasjon fra/til 110-sentralen.

### 8.2 Kontroll av produksjonsunderlag, utførelse, FDV- og produktdokumentasjon

I prosjekter med mer enn 1 branncelle skal det utføres kontroll av produksjonsunderlag, utførelse, FDVU- og produktdokumentasjon. Det skal legges ekstra vekt på områder der det erfaringsmessig ofte avdekkes feil, spesielt da med hensyn til aktive (sløkkeanlegg, brannalarm, røykventilasjon og ledesystem) og passive (materialer, konstruksjoner og branntetting) brannsikringstiltak. Dersom det er gjort fraviksvurderinger i prosjektet, skal de kompensierende tiltakene kontrolleres spesielt. Kontroll utføres i henhold til kravene i NS 3962 Brannsikkerhet - Kontroll av produksjonsunderlag, utførelse, FDV- og produktdokumentasjon.

### 8.4 Brannceller og -seksjonering

Underfordelinger eller etasjefordelere og tavlerom i tilknytning til rømningsveier skal utføres som egen branncelle.

Det skal ikke prosjekteres med branngardiner.

### 8.5 Rømningsveier

For å unngå redusert rømningsbredde i korridorer skal dører til forlegningsrom som er beregnet for mindre enn 10 personer slå inn i rommet.

Utadslående dør i yttervegg som er utgang eller rømningsvei, skal ikke kunne blokkeres av snø eller is.

Det skal ikke prosjekteres med rømning via stige eller line.

### 8.6 Røykkontroll

Brann- og røyksikring av ventilasjonsanlegg skal prosjekteres i henhold til Byggdetaljer 520.352 Brannsikring og røyksikring av balanserte ventilasjonsanlegg.

Brannstrategien skal beskrive luftbehandlingsanleggets funksjon ved brann. Frostsikring av varmebatteri fastsettes i samband med dette.

Det skal ikke benyttes brannspjeldløsninger med termisk utløsermekanisme.

Glasstak, overlys, takluker og vindu beregnet for utlufting av brannrøyk skal kunne åpnes og lukkes i normal driftssituasjon. Styring av begge funksjoner skal være lett tilgjengelig for driftspersonell. Det skal benyttes elektrisk styring av slike funksjoner og disse skal være tilknyttet batterisikkerhetskopi. Styring skal plasseres sammen med brannalarmsentral/ brannmannspanel.

### **8.7 Manuell brannslukking**

Brannslanger skal være førstevalget. Brannslanger skal være utstyrt med kuleventiler og regulerbart strålerør. I arealer hvor det er naturlig å bruke brannslangen til daglig renhold og lignende, skal det tilrettelegges. Brannslanger skal ha stengeventiler.

Tekniske rom og rom med skadefølsomt innhold skal utstyres med CO2-apparat. Eksempler på rom med skadefølsomt innhold: kritisk elektronisk utstyr, arkiver, kunst og kulturminner, kjemikalier og farlige stoffer m.m.

#### **Minimumskrav til effekt på håndslukkeutstyr:**

- CO2-apparat- 5 kg, slukkeeffekt 89B.
- PFAS-fri skumslokker - 9 liter, slukkeeffekt 43A, 233B og 40F
- Pulverapparat - 6 kg, slukkeeffekt 55A, 233B og C.

### **8.8 Automatiske slukkeanlegg**

For vannbaserte slukkeanlegg skal leveringsvilkår og kapasitet på vannverk være dokumentert og kontrollert. Sprinkleranleggene skal leveres med system for automatisk avlesning og overvåkning.

Slukkevanntanker for sprinkler og brannslukkeinnsats skal ikke benyttes.

#### **Slukkeanlegg for rom med skadefølsomt innhold**

Der det installeres slukkeanlegg for å beskytte områder og teknisk utstyr med skadefølsomt innhold som krever skånsom slukking skal det benyttes slukkeanlegg med rene slukkemidler (clean agents).

#### **Slukkeanlegg for frityr, grill, koke- og stekeinnretninger**

Kjøkkenvirksomheter med frityr (olje og fett), grill, koke- og stekeinnretninger skal ha automatisk slukkeanlegg. Slukkemediet skal være godkjent for matfett og hindre re-antennning etter slukking. Slukkeanlegget skal i tillegg til å dekke frityr, koke- og stekeinnretninger også minimum dekke ventilasjonshette med fettfilter og ventilasjonskanal.

### **8.9 Nød- og ledesystem, samt merking av sikkerhetsutstyr**

Prosjektering, utførelse og dokumentasjon av ledesystem skal samsvare med krav i NS 3926.

Manuelle meldere for brannalarm, manuelle utløsere for slukkeanlegg, manuelt slukkeutstyr, nødåpnere og førstehjelpsposter skal merkes med etterlysende skilter.

Det skal dokumenteres at kunstig belysning alene ivaretar oppladingsfunksjonen til etterlysende materiale. Det skal også tas hensyn til lysstyringssystemer.

Forlegninger og kaserner som oppføres i risikoklasse 4 skal utstyres med ledesystem.

### 8.9.1 Elektriskbaserte nød- og ledesystemer

Prosjektering, utførelse og dokumentasjon av nødbelysning skal samsvare med krav i NS-EN 1838.

Det skal kun benyttes LED-armaturer, med en levetid på minimum 100 000 timer.

For sentraliserte systemer og desentraliserte systemløsninger med trådløse kommunikasjon skal det være overvåkning og styring av interne funksjoner, armaturer, samt automatisk testing og rapportering.

Anlegget og armaturene skal fungere i den tiden som er nødvendig for rømning og redning, overdrevet driftstid/ batterikapasitet utover ytelsene beskrevet i brannstrategi og –konsept skal ikke forekomme.

Sentraliserte systemer skal tilkobles det overordnede SD-anlegget.

### 8.10 Brannalarmanlegg

Hvert byggverk skal ha egen styringssentral som samkjøres mot alarmpresentasjonssystem.

Brannalarmanlegget skal leveres med åpen protokoll for kommunikasjon mot tredjeparts toppsystem og være klargjort tilkobling mot skybaserte løsninger. For distrikt Rogaland skal brannalarmanlegget være klargjort for ESPA 4.4.4. protokoll.

Det skal leveres 4G-sender for overføring av feil- og brannalarm.

Brannalarmanlegget skal kunne betjenes med både kode og brannmannsnøkkel.

Toppsystem som benyttes som eneste overføringsmedium av alarm til lokal vaktentral og alarmsentral må tilfredsstille kravene i NEK EN 50136 og leveres med åpen protokoll.

Forlegninger og kaserner som oppføres i risikoklasse 4 skal utstyres med brannalarmanlegg kategori 2, uavhengig av etasjeantall.

### 8.11 Solcelleanlegg

Solceller skal ikke plasseres på overnattingsbygg i RKL 4 og 6.

Ved plassering av solceller på bygninger i RKL 1, 2, 3 og 5, skal prosjekterende beskrive solcelleanleggets påvirkning av brannsikkerheten i brannsikkerhetsstrategien. I beskrivelsen må det skilles mellom brann som starter i solcelleanlegget og brann som oppstår i bygning hvor solcelleanlegg er installert. Ved bruk av brennbar isolasjon i kombinasjon med solcelleanlegg, skal dette vurderes særskilt.

Ved hovedangrepsveier skal det merkes tydelig at det er installert solcelleanlegg på bygningen, og at det er berøringsfare på DC-siden selv etter frakopling fra AC-siden.

Det skal utarbeides informasjonsblad for innsattpersonell, som er laminert og plassert sammen med orienteringsplanen ved brannalarmanlegget. Informasjonsbladet utarbeides i henhold til beskrivelsen i «Veileder om solenergi for brann- og redningsvesen» utarbeidet av Nelfo.

### 8.12 Energilagringssystemer (BESS)

BESS skal aldri plasseres inni bygninger i RKL 3, 4, 5 og 6, eller i Forsvarets kritiske bygninger.

Ved plassering av energilagringssystemer innendørs i RKL 1 og 2, skal prosjekterende skal beskrive energilagringssystemenes påvirkning av brannsikkerheten i brannsikkerhetsstrategien. Strategien skal ta hensyn til ulike brannscenarier, inkludert termisk runaway (TR) i battericeller, branner relatert til systemet og branner i

bygningen generelt. Videre skal strategien vurdere byggverkets egenskaper (kapasitet, begrensninger, mekanisk påvirkning), omgivelsene (avstand til andre bygninger, infrastruktur), eksplosjonsrisiko, brannvesenets ressurser og prosedyrer for håndtering av systemet før, under og etter en brannhendelse.

BESS skal plasseres i trykkavlastende konstruksjon, på bakkenivå med nødstrømsavslag for rask og enkel tilgang for brannvesenet. Rommet/ etasjen skal være tydelig merket med utvendig ved alarm, ha varsling for tidlig branndeteksjon, temperatur og gass. Rommet skal utstyres med standard NOR1-kobling for anslutning av brannvannslange.

Rommet skal ha automatisk gassanlegg iht. punkt 8.7, og eget automatisk- og manuelt styrt brannventilasjon med trekk ut løsning. Dette skal kommuniserer med brannalarmsentralen og det interne ventilasjonsanlegget. Bygningens interne ventilasjonsanlegg må stanses ved brann/ varmeøkning i BESS.

.

### **8.13 Krav til utforming av branntekniske tegninger, orienteringsplaner og rømningsplaner**

*NS3924 Branntekniske tegninger for bygge- og driftsfasen* skal følges under utarbeidelser av branntegningene.

Tegningene skal kun inneholde symboler som er benyttet i tegningen, og symboler og tekst utføres i hensiktsmessig lesbar størrelse. Tittelfelt med dato for utførelse/ revisjon, inventarnummer og plan/ etasje plasseres nede til høyre.

#### **8.13.1 Orienteringsplaner**

Orienteringsplan skal utføres i minimum A3 med fokus på lesbarhet og tilpasses slik at tegningen fyller ut arket. Kan med fordel være i standard målestokk. Montering og retning av orienteringsplaner må samsvare med orienteringen av bygningen.

Det skal utarbeides orienteringsplaner for byggverk i risikoklasse 2-6.

#### **8.13.2 Rømningsplaner**

Planene skal utføres i minimum A4 med fokus på lesbarhet og tilpasses slik at tegningen blir størst mulig (stående eller liggende), samt at tegningen bør fylle ut arket. Montering og retning av rømningsplaner må samsvare med orienteringen av bygningen. Rømningsplaner bør også ha engelsk tekst.

Bygg i risikoklasse 6 skal ha rømningsplaner utført i etterlysende materiell.

#### **8.13.3 Evakueringsplan**

Evakueringsplanen skal utformes i samsvar med funksjonskravene og de preaksepterte ytelsene i TEK17 (Byggteknisk forskrift), og inngår som en del av prosjekteringsleveransen. Planen skal utarbeides i samarbeid med byggets bruker/ brukere.

**Evakueringsplan skal ferdigstilles, kvalitetssikres og være tilpasset det ferdige bygget, og endelig versjon skal overleveres senest ved overtakelse. Evakueringsplan skal være egnet for praktisk bruk og oppslag i bygget.**

## **9 POL-anlegg (Petroleum, oil and lubricants)**

Tekniske krav til POL-anlegg er angitt i «AC-4N(2017)0002-REV1 - NATO Criteria and standard for POL Facilities», STANAG 3756 – Facilities and equipment for receipt and delivery of aviation kerosene and

diesel fuels og STANAG 3784 - Technical guidance for the design and construction of aviation and ground fuel installations on NATO airfields.

For mer detaljert teknisk veiledning henviser vi til [Specialist Works on Petroleum Installations on MOD Property](#)

For POL-anlegg stiller «Forskrift om håndtering av farlig stoff» §7 krav til kompetanse hos prosjekterende, dette skal kunne dokumenteres og må vurderes før valg av prosjekterende. Før prosjektering av nye POL-anlegg starter skal det gjennomføres en miljørisikovurdering, slik at plassering av anlegg og tekniske barrierer blir ivarettatt under prosjekteringen. Prosjekterende er videre ansvarlig for at det blir gjennomført risikoanalyse, HAZOP og HAZID. Forsvarsbygg benytter samme roller og ansvar som definert i «NS3935:2019 – Integreerte Tekniske Bygningsinstallasjoner – Prosjektering, utførelse og idriftsettelse».

Forsvarsanlegg er unntatt fra Storulykkeforskriften jf. §2 a. For anlegg som lagrer mer enn det som er angitt i Del 2 pkt 34 kolonne 2 skal det lages melding etter §6, dette skal ikke sendes Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) men lagres hos Forsvarsbygg. For anlegg som lagrer mer enn det som er angitt i Del 2 pkt 34 kolonne 3 skal det lages melding etter §6 og utarbeides sikkerhetsrapport jf. §9. Dette skal ikke sendes DSB, men lagres hos Forsvarsbygg. Forskrift om håndtering av farlig stoff skal for disse anleggene forstås som om de hadde vært underlagt Storulykkeforskriften.

## 9.1 HMS

Drivstoff er klassifisert som kreftfremkallende med helsefaresetning «H350 - Kan forårsake kreft eller H351 Mistenkes for å kunne forårsake kreft».

Klassifisering utløser flere krav til arbeidsgiver, anleggseier og utbygger. Disse kravene fremgår i hovedsak gjennom Arbeidsmiljøloven (AML), Forskrift om utførelse av arbeid (FUA), Forskrift om organisering, ledelse og medvirkning (FOLM) og Arbeidsplassforskriften.

Det skal tilstrebes lukkede arbeidsprosesser samt velges løsninger og utstyr som gir lavest mulig eksponering for drivstoff. Dette gjelder blant annet prøvetaking, drenering, påfylling av mindre tanker og beholdere. Der hvor det ikke er mulig med lukkede prosesser, må man vurdere andre tiltak for å redusere eksponeringen. (FUA §3-11)

Det er ikke tillatt at ventilasjonsanlegg er utformet slik at luft som kan være forurenset med drivstoff resirkuleres tilbake i arbeidsatmosfæren (arbeidsplassforskriften §7-2).

Det skal etableres vaskemuligheter i eller i umiddelbar nærhet av arbeidslokalet. Med vaskemulighet menes håndvask, eventuelt dusj dersom risikovurderingen viser at dette er nødvendig (arbeidsplassforskriften §7-4).

Viktig regelverk:

- Brann og eksplosjonsvernloven
- Forskrift om håndtering av farlig stoff med veiledninger
- Forskrift om trykkpåkjent utstyr, PED
- Forurensningsforskriftens Kapittel 1 for nedgravde oljetanker
- Forurensningsforskriftens Kapittel 18 (tankforskriften) med veiledninger
- NEK 420 Elektriske anlegg i eksplosjonsfarlige områder
- Forskrift om utførelse av arbeid Kapittel 3
- Arbeidsplassforskriften Kapittel 7
- Forskrift om tiltaks- og grenseverdier Kapittel 5
- Storulykkeforskriften
- Maskinforskriften

Viktige standarder:

- EI 1541 Performance requirements for protective coating systems used in aviation fuel storage tanks and piping
- EI RP 1540 Design, construction, operation and maintenance of aviation fuelling facilities
- EI Model code of safe practice part 15

Veiledende dokument:

- FBKS 5139 Generell områdeklassifisering av POL-anlegg
- VA-blad 65 Installasjon av nedgravd oljetank

#### **POL-anlegg for F-34, F-35 eller F-44 (Flydrivstoff)**

Det er svært strenge krav til renhet på rør og tanker samt hvilke materialer som kan benyttes i flydrivstoffsyste mer.

Rør skal ha pluggede ender under transport og lagring, forurensninger i rør (støv/skitt) skal fjernes ved å trekke gjennom filler eller svamp, før montering.

F-34, F-35 og F-44 blir kjemisk påvirket av sink, kadmium og kobber. Konstruksjonsmaterialer som skal være i kontakt med flydrivstoff skal være av typen karbonstål, rustfritt, syrefast og lean duplex. Det skal ikke benyttes legeringer med mer enn maks 4 % kobber, maks 5 % sink eller kadmium. Det skal ikke være sinkholdige eller kadmium belagte flater i kontakt med flydrivstoff.

Det er viktig at det ikke brukes kjemikalier som kan komme i kontakt med drivstoffet. Eks. gjengetetting, kobberpasta, såpe til tetthetskontroll og rengjøring, vær spesielt oppmerksom på å ikke få med såpe fra skotøy inn i tanker. Gjengetetningsmiddel som kan benyttes er Loctite 243, viktig at det ikke påføres gjengetetting på to nederste gjenger, dette for å unngå at det kommer gjengetetting inn i rørsystemet.

Overflater og maling som kommer i kontakt med flydrivstoff skal være lyst/off-white og i henhold til EI 1541. Overflaten skal være rengjort tilsvarende SA 2 ½ i henhold til ISO 8501-1 før påføring av godkjent malingssystem for eksempel Humidur FP og Interline 984 etter produsentens anvisning, dog ikke mindre enn 200 micron tykkelse tørr.

Trykkpåkjent røranlegg skal prosjekteres, dimensjoneres, produseres, installeres og prøves i samsvar med gjeldende versjon av designstandard NS-EN 13480 eller API spesifikasjoner. Dimensjonering skal benytte materialstandardens standardverdi ikke materialsertifikater. Minste dimensjonerende trykk skal være PN16 eller ANSI class 150, uavhengig av om beregnet dimensjonerende trykk er lavere. Rør og stusser skal være flenset i henhold til EN1759-1 RF/B1/Class 150 eller ASME/ANSI B 16.5

Alle rør og deler skal leveres i henhold til europeiske standarder og dokumentasjon i henhold til NS-EN10204 3.1.

Tabell 2 Minimum godstykkelse på rørsystemer

Rørdimensjon	Minimum godstykkelse i mm
DN/ANSI	
50/2"	3,18
80/3"	4,78

100/4"	4,78
150/6"	5,56
200/8"	5,56
250/10"	6,35
300/12" og større	7,14

Nedgravde rørsystemer skal være PE belagt stålrør etter standard DIN 30670 eller tilsvarende, med minimum PE tykkelse på 2,7mm. Rørene skal være katodisk beskyttet og det skal benyttes cadweldsveising for å feste katodisk beskyttelseskabel til rørledningen.

Alt sveisearbeid skal utføres av sveisere med relevante sertifikater i henhold til NS EN 287 for de aktuelle stålkvaliteter, sveisemetode, dimensjoner og skal ha gyldig sertifikat i samsvar med NS EN 287-1: 2011, Tillegg A.

For generelle regler angående spesifisering og godkjenning av sveiseprosedyrer henvises det til NS-EN ISO 15607.

Sveiseprosedyren (WPS) skal være iht. NS-EN ISO 15609.

Godkjenning av sveiseprosedyrer i henhold til Tabell 9.3.1 i NS-EN 13480-4.

Alle sveiser på rørledningen skal underlegges 100 % visuell inspeksjon iht. metode i NS-EN 970 og oppfylle akseptkriterier i 13480-5, Tabell 8.4.2.

Følgende krav til omfang av røntgenkontroll gjelder:

- For nedgravde rørsystem 100% røntgenkontroll
- For ikke-nedgravde rørsystem 10% røntgenkontroll

Trykktesting gjennomføres iht. NS-EN 13480 pkt 9.3.2.2.2, -3 og -4. Trykktesting skal gjennomføres med produkt. Alle armaturer med lavere tillatt prøvetrykk enn reelle prøvetrykk frakobles. Frakobling omfatter alltid målere, filtre, pumper og alle andre armaturer med beholderkonstruksjon.

Hvis ikke prøvetrykk er oppgitt gjelder følgende:

Tabell 3 Prøvetrykk for stålrør

Trykkklasse	Tillatt maksimaltrykk	Prøvetrykk 143%
PN 16	16 bar	22,9 bar
PN 25	25 bar	35,8 bar
PN 40	40 bar	57,2 bar
ANSI Class 150	20 bar	28,6 bar
ANSI Class 300	51,5 bar	73,6 bar

Fortrinnsvis bør trykktesting gjøres på verksted i forbindelse med prefabrikasjon, slik at kun tetthetskontroll må utføres i felt. Dette gir mulighet for å nedskalere trykktestingsbehov i felt.

## 9.2 Ventilasjon HMS

Arbeidslokaler og arbeidsplasser hvor arbeidet eller prosesser kan medføre forurensing av luften, skal ha mekanisk allmennventilasjon og prosesstilpasset ventilasjon slik at konsentrasjonen av kjemikalier i arbeidsatmosfæren holdes på et fullt forsvarlig nivå ( $<1/10$  av grenseverdi).

Flere fysiske målinger av arbeidsatmosfæren ved POL-anlegg har påvist lave verdier av BTEX/Naftalen og Kumen. Basert på dette settes krav til allmennventilasjon i POL-anlegg til minimum 1 luftutskifting per time. Av hensyn til at gassene er tyngre enn luft, skal avsuget plasseres nær gulvet.

Punktavsug med egen vifte og eget avkast skal monteres der personell kan eksponeres for produktdamp hyppig, slik som prøvetakingspunkt. Punktavsug bør være fleksibelt slik at det kan flyttes ved behov.

Spilloppsamlingskar (fast eller mobilt) skal være tilgjengelig der hvor det kan oppstå søl f.eks ved pig-sender/mottaker og filtervannutskiller. Spilloppsamlingskar skal ha lavpunkt med ventil for enkel drenering av spill.

## 9.3 Tank

Tank skal være bygget etter anerkjent standard, eks NS-EN 14015 eller NS-EN 12285-1 eller -3. Tank skal ha fall mot sump, for vertikale tanker skal fall være 3-5% avhengig av tankdiameter, for horisontale tanker skal det være minimum 2% fall mot lavpunkt.

Tanker  $>200\text{m}^3$  skal være utstyrt med to luftinger. Luftingene skal ha 100% større kapasitet enn maksimal fyller/losserate. Pusterør skal ha svane-hals med beskyttelsesnett med maksimalt 10mm maskevidde. I tilfelle overfylling skal væske i pusterør dreneres innenfor sekundær tankoppsamling. Pusterør skal ha fall mot tank, dersom dette ikke er fysisk mulig må det være dreneringsmulighet på lavpunkt. For fjellanlegg skal felles pusterør ha flamme-/detonasjonssperre og trykk vakuum ventil på innsiden av barriere. Det skal tilrettelegges for at det enkelt kan gjennomføre inspeksjon av flamme-/detonasjonssperre og trykk vakuum ventil.

Alle sveiseskjøter i tankbunn på flydrivstofftanker skal være slett og uten forhøyninger som kan hindre vann fra å renne mot lavpunkt.

Utendørs overgrunnstanker av karbonstål skal utvendig overflatebehandles iht. NS-EN 12944 med lys/hvit farge i minimum korrosjonsklasse C4 høy.

Tanker i rustfritt syrefast-/lean duplex stål skal ha utvendig overflatebehandling med lys/hvit farge.

For nedgravde tanker skal samtlige tankgjennomføringer være over topp. Det kan monteres gjennomføringer på mannlokk, men da skal det være et mannlokk uten gjennomføringer og utstyr for enkel tilkomst til tank.

Mannlokk skal være enkelt å fjerne for tankinspeksjon og rengjøring. Det skal ikke være montert utstyr på mannlokket. Tiltrekningsmoment og pakningstype skal stå på mannlokket.

Det skal være sikker og enkel tilkomst til tanktopp, fortrinnsvis med trapp.

Det skal være rekkverk rundt hele plattformen. Plattformen skal være utført slik at den gir tilgang til alle prøve- og servicepunkt på tanktopp. Rømningsleidere skal sikres med port som åpnes inn mot tanktopp.



Trapp, gangbaner, lufterør, ventilasjonssystem og eventuelt annet skal ikke være i konflikt med tilkomst til utstyr på tanken for kontroll og inspeksjon.

Flydrivstofftanker on-base, skal være utstyrt med flytende sugeledning. Flytende sugeledningen skal hvile i vugge når tanken er tom. Pontong til flytende sug, skal være utstyrt med dreneringsmulighet. Det skal være montert wire mellom sugeledning og til innside av lokk med hurtigåpning (cam lock el.) på tanktopp, punktet skal være tydelig merket med «TEST AV FLYTENDE SUGELEDNING». Wire skal være montert slik at den ikke kan henge seg opp i utstyr inne i tanken.

Sugeledningen skal ikke suge fra lavere enn 1 rørdiameter, dog ikke høyere enn 300mm over bunn (400mm vertikale tanker) og ikke nærmere enn 1 meter fra kant til sump.

Maksimal lossehastighet skal ikke overstige 2m/sek, målt i innløp til sugeledning fra tank.

For fast kobling for fylling av dieseltanker benyttes 2" TW-kobling.

For fast kobling for fylling av F-34/F35 benyttes 2 ½ " STANAG 3756 kobling.

Maksimal fyllerastighet, målt i rørledning til tank, skal ikke overstige 4 m/s. For vannfrie væsker kan hastigheten maksimalt økes til 7 m/s.

Tanker som fylles med fast tilkobling og fyllerastighet < 600 liter/min skal være utstyrt med overfyllingsvern etter NS-EN 13616. Overfyllingsvernet skal være enkelt å teste. Punktet skal være tydelig merket med «TEST AV OVERFYLLINGSVERN».

Tanker med fyllerastighet > 600 liter/min skal det være overfyllings varsel og vern. Typisk settes disse til 95% og 97% av tankens volum. Giver for overfyllingsvarsel (LIH) skal være montert på lokk med hurtigåpning og med lange nok ledninger for enkel fysisk test av overfyllingsvarsling innenfor plattform på tanktopp. Punktet skal være tydelig merket «TEST AV OVERFYLLINGSVARSEL». Overfyllingsvarsel skal ha lyssignal ved 95%.

Giver for overfyllingsvernet (LIHH) skal være montert på lokk med hurtigåpning og med lange nok ledninger for enkel fysisk test av overfyllingsvernet innenfor plattform på tanktopp. Punktet skal være tydelig merket «TEST AV OVERFYLLINGSVERN». Overfyllingsvern skal ha lys og lyd signal ved 97%. Det skal dog være minimum 500 liter fra 97% til overfyllingsvernet er stengt, så lukke tid på aktuelt stengeventil må beregnes ut fra dette.

For horisontale tanker skal importør avsluttes 50mm over tankbunn og skal ha et 90° bend rettet mot laveste punkt i tanken.

For horisontale overgrunnstanker skal det monteres antihevertventil (anti siphon valve) på sugeledning over topp. For fylleledning over topp, bores et 5 mm hull under overfyllingsvernet.

For vertikale tanker skal importrørets utløp ikke være over 100mm fra bunn og være perforert på sidene, slik at strømningshastigheten reduseres.

Tanker med høyde under 3 meter skal være utstyrt med peilestav i sort eloksert aluminium. Peilestaven skal være festet til lokk med hurtigåpning (cam lock el.) Punktet skal være tydelig merket med «PEILESTAV» Der peilestav treffer bunn av tanken skal det være peileplate eller dobbelplate i bunnen av tanken.

#### **9.4 Additiv FSII**

Tanker skal være i rustfri syrefast utførelse. Tanker skal ikke være innvendig behandlet.

Det må ikke benyttes aluminiumsdeler eller galvanisert stål som kan komme i kontakt med produkt pga hydrogen dannelse.

Utstyr og komponenter må bruke O-ringer og membraner av Neopren eller NBR.

#### **9.5 Ventiler og utstyr**

Ventiler, pumper og utstyr skal være produsert i NATO-land og være av god industrikvalitet med minimum 10 års deiletilgang og service.

Alt utendørs utstyr skal være egnet til drift i forhold til klimasone. Det må også tas særlig hensyn spenningsrekke for metaller og hvordan disse reagerer med hverandre. komponenter av karbonstål eller aluminium egner seg dårlig i syrefaste system etc.

Det skal være tankventiler i firesafe utførelse i henhold til ISO 10497 / API 607, for hvert produkrør til/fra tank.

Dersom det er mer enn én drivstofftank, skal det sikres god segregering mellom tankene med rørspl, som kan dreneres, innsent mellom to kuleventiler. Double Block & Bleed ventil kan være et alternativ, men disse har vist seg å være svært følsom for innvendige lekkasjer og anbefales derfor ikke.

Ventiler på overføringsledninger skal være i henhold til ISO 14313 / API SPEC 6D.

Overtrykksventiler og kritiske manometer skal være mulig å isolere for enkel inline testing og kontroll. Tilkobling for testutstyr skal være han kobling ½" BSP på anlegget ISO 7241-1-A i rustfri utførelse og med Buna-N eller FKM pakning.

Alle lavpunkt på rørledninger, som ikke er beregnet for pigging, skal være utstyrt med dreneringsmulighet.

Rør legges med fall mot lavpunkt og skal ha luftemulighet på høypunkt.

Pig sender og mottaker skal være utstyrt med hengslet luke for hurtig og enkel betjening. Pig mottaker skal ha perforert plate som sikrer god væskestrøm forbi pig, når pig stopper i mottaker.

Det skal monteres manometer umiddelbart før og etter mediestyrte ventiler. Mediestyrte ventiler bør monteres horisontalt og skal være minimum 100cm klaring over mediestyrte ventiler med tanke på service.

#### **9.6 Elektrisk utstyr på tank og kabinett/pumperom**

ATEX områdeklassifisering i henhold til Forsvarsbygg sin generelle områdeklassifisering, dersom det ikke gjennomføres egen risikovurdering og områdeklassifisering.

Byggteknisk i områder hvor det er installert ATEX sone 2 utrustning på grunn av forhøyet sikkerhet, er det ikke krav om avlastningsflater.

For anlegg som har en operativ betydning skal det være mulig å overstyre automatikksystemer og drifte anlegget i manuelt, kritiske funksjoner skal da være forriglet med styrestrøm slik at disse er ivaretatt når automatikk er utkoblet. Eksempelvis kobles flow switch mot styrestrøm til pumper.

## **9.6 Kabinett/pumperom**

Generelt skal det tenkes HMS, ergonomi og enkel bruk under utforming og plassering av utstyr, både i forbindelse med drift og vedlikehold.

Kabinett skal være utstyrt med tett bunn. Det skal være fall mot lavpunkt slik at det er mulig å drenere spill.

Det skal være mekanisk ventilasjon med minimum 1 luftutskiftninger i timen.

Alle ventiler som kan føre til spill hvis de blir glemt åpne (vanndrenering etc.) skal være av selvluukkende type (f.eks. Apollo self closing valve).

Vanndrenering av flydrivstofftanker skal kunne tas fra kabinettet/pumperom med prøvepumpe. For å vite at en tar en representativ prøve fra tanken skal rørvolum fra sump til kabinett oppgis på skilt ved pumpen.

Vanndreneringssystemet for flydrivstoff skal være lukket prøvetaking, det skal være mulig å utføre en kvalitetskontroll av produktet i glassbeholder på minimum 4 liter (Aljac closed sampling), mens det pumpes med full flow til drenstank. Det skal være montert lys bak glassbeholderen og den skal være montert i en høyde som gjør den lett å rengjøre.

Vanndreneringssystemet skal ha en drenstank på hensiktsmessig størrelse, det skal være nivåmåling/se-glass på drenstanken, fra denne skal det være mulig å pumpe drivstoff tilbake til tank gjennom importfilteret. Drenstanken skal ha kraftig fall mot lavpunkt. Fra lavpunktet på drenstank skal det være mulig å drenere til en sloptank gjennom se-glass. Sloptanken skal ha nivåmåling eller se-glass.

På flydrivstoffanlegg skal det være montert Filter Water Separator i hht API 1581 både inn og ut av tanken. Filtrene skal ha lukket prøvetaking. Filteret skal minimum monteres så høyt at betjening av ventil under filteret kan gjøres mens en sitter på huk. Overtrykksventil og luftutskiller skal ledes til drenstanken.

Det skal kunne utføres filterskifte over spillkar.

Det skal være motorisert ut- og inntrekk på slangetrommel som betjenes med fjernkontroll. Det må være mulig å frikoble inntrekk samt kjøre inn slangen manuelt. Svivel på slangetrommel skal være av smørefri type.



# FORSVARSBYGG

Vi bygger forsvarsevne hver dag

Forsvarsbygg er et statlig forvaltningsorgan underlagt Forsvarsdepartementet. Vi utvikler, bygger, drifter og avhender eiendom for forsvarssektoren.

Postboks 405 sentrum  
0103 OSLO  
Telefon: 468 70 400  
[www.forsvarsbygg.no](http://www.forsvarsbygg.no)