

# PROSJEKTERINGSANVISNING PA 6 ENERGIROBUSTHET I BYGG



SØR-TRØNDELAG  
FYLKESKOMMUNE

**BYGGE- OG EIENDOMSTJENESTEN**  
PA 6 ENERGIROBUSTHET I BYGG REV.17.05.2011

Side 1 av 12

## INNHold

|   |    |
|---|----|
| INNHold .....   | 2  |
| 1 Sammendrag.....   | 4  |
| 1.2 Konsekvenser ved mangelfull etterlevelse av kravene .....         | 4  |
| 3 Klimaskall .....  | 4  |
| 3.1 Isolering av klimaskall .....                                     | 4  |
| 3.2 Følgende minimumskrav settes til isolering av klimaskallet: ..... | 4  |
| 3.3 Lufttetthet på klimaskall.....                                    | 5  |
| 3.4 Følgende minimumskrav settes til tetthet i klimaskallet: .....    | 5  |
| 4 Solskjerming, overskuddsenergi, kontroll av overtemperatur .....    | 5  |
| 4.1 Utnyttelse av solvarme .....                                      | 6  |
| 5 Varmeanlegg generelt .....  | 6  |
| 5.1 Energikilder .....  | 6  |
| 5.2 Energikilder. Tap og virkningsgrader.....                         | 6  |
| 5.3 Pumper .....  | 7  |
| 5.4 Dimensjonering av rørføringer i varmeanlegg .....                 | 7  |
| 5.5 Isolasjon av rør og utstyr .....                                  | 7  |
| 5.6 Styring og regulering av varmeanlegg. Temperaturkrav .....        | 7  |
| 5.7 Snøsmelting, frostsikring.....                                    | 8  |
| 6 Luftbehandlingsanlegg generelt .....                                | 8  |
| 6.1 SFP-faktor. Spesifikk vifteeffekt .....                           | 10 |
| 6.2 Varmegjenvinnere. Anvendelse og virkningsgrader .....             | 10 |
| 6.3 Vifter .....  | 11 |
| 6.4 Batterier .....   | 11 |
| 6.5 Filtre .....  | 11 |
| 6.6 Spjeld.....   | 12 |
| 6.7 Styring og regulering av ventilasjonsanlegg .....                 | 12 |
| 7 Elektriske anlegg generelt .....                                    | 12 |
| 7.1 Belysning innendørs.....  | 12 |
| 7.2 Belysning utendørs .....  | 13 |

|   |                                     |  |
|---|-------------------------------------|--|
| <b>Prosjekteringsanvisning 6 Energirobusthet i bygg</b> |                                     |  |
| <b>Kvalitetssystem bygg</b>                             | <b>Dato godkjent:</b><br>17.05.2011 | <b>Revisjon nr/ Dato:</b>              |
|   | <b>Utført av:</b>                   | <b>Kontrollert av:</b><br>Siri Koldaas |
| <b>Sør-Trøndelag fylkeskommune</b>                      |                                     |  |
| <b>Bygge- og eiendomsavdelingen</b>                     |                                     |  |

Prosjekteringsanvisninger for Sør-Trøndelag fylkeskommune er inndelt etter fag tilsvarende NS 3451 (PA 1 – 8).

### **Oversikt over gjeldende prosjekteringsanvisninger:**

|                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Prosjekteringsanvisning 1        | Generelle bestemmelser         |
| Prosjekteringsanvisning 2        | Bygning                        |
| Prosjekteringsanvisning 3        | VVS-tekniske anlegg            |
| Prosjekteringsanvisning 4        | Elektrotekniske anlegg         |
| Prosjekteringsanvisning 5        | Tele- og automatiseringsanlegg |
| <b>Prosjekteringsanvisning 6</b> | <b>Energirobusthet i bygg</b>  |
| Prosjekteringsanvisning 7        | IKT- anlegg                    |
| Prosjekteringsanvisning 8        | Rent Tørt Bygg                 |

Dokumentene foreligger i pdf - format og finnes på Internett [www.stfk.no](http://www.stfk.no). (NB. Pr dato ikke oppdaterte versjoner).

**Det forutsettes at alle som utfører prosjekterings- og byggeoppdrag for STFK gjør seg kjent med gjeldende anvisninger for det aktuelle prosjektet. Prosjekteringsanvisning 1 gjelder for alle fag.**

*Innarbeidelse av prosjekteringsanvisningene i et byggeprosjekt.*

Senest i skisseprosjektfasen skal det i alle byggeprosjekt foretas en gjennomgang av hvilke punkt i prosjekteringsanvisningene som skal gjelde for prosjektet. Som underlag benyttes skjemaet *Prosjekteringsanvisningsplan* som er en tabell med kolonner for hvilke punkt i anvisningene som skal inngå (angitt med nummer), avtalte eller foreslåtte avvik samt avkryssing for gjennomgang i skisseprosjektfasen og for anbuds materialet.

De prosjekterende står fritt i å foreslå alternative utførelser. Alternative utførelser skal avklares med byggherren, og endelig utførelse skal dokumenteres skriftlig i *Prosjekteringsanvisningsplanen* eller på annen måte med godkjenning fra byggherren.

# 1 Sammendrag

Denne anvisningen angir krav til bygningens energimessige løsninger. Dette gjelder både bygningskropp og tekniske anlegg. Kravene er satt vesentlig strengere enn det som fremgår av gjeldende byggeforskrift datert februar 2007. Ved uoverensstemmelse mellom denne anvisningen og de øvrige prosjekteringsanvisningene til Bygge- og Eiendomstjenesten, gjelder denne anvisningen.

## 1.2 Konsekvenser ved mangelfull etterlevelse av kravene

I kravspesifikasjonen fordres det dokumentasjon av innfridde krav. Overtagelse av bygget vil ikke bli foretatt før det er påvist at bygningsdeler og komponenter som inngår i bygget er i henhold til kravene. Økonomisk oppgjør, både del - og sluttoppgjør, blir holdt tilbake inntil det er dokumentert at bygget er etter avtale. Byggherrens rett til tilbakeholdt utbetaling eventuelt økonomisk avkorting, skal være kontraktsfestet.

# 3 Klimaskall

## 3.1 Isolering av klimaskall

Sør-Trøndelag fylkeskommune, Bygge- og Eiendomstjenesten, heretter benevnt STBE eller BE, setter høyere krav til isolering av ytre klimaskall i bygninger enn de gjeldende minstekrav i byggeforskriftene. BE stiller også krav som gjelder for sammensatte bygningsdeler som f eks vegger, vinduer og dører. Konsekvenser av valgte vindusløsninger med hensyn til behov for kaldrassikring i rom skal beskrives. Dette gjelder spesielt vindushøyden. Oppfylte krav skal dokumenteres.

## 3.2 Følgende minimumskrav settes til isolering av klimaskallet:

Tabell 1 Isolasjonskrav klimaskall

| Bygningsdel mot uteluft.                         | Innetemperatur<br>$t \geq 15^{\circ}\text{C}$ | Innetemperatur<br>$t < 15^{\circ}\text{C}$ |                                      |
|--|---|--|--------------------------------------|
| Yttervegg  | 0,15  | 0,22                                       | $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ |
| Vindu inkl ramme og karm.                        | 0,8   | 1,0  | $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ |
| Dører, porter inkl ramme og karm                 | 0,8   | 1,0  | $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ |
| Komplett vegg inkl dører og vinduer <sup>)</sup> | 0,42  | 0,55                                       | $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ |
| Tak  | 0,10  | 0,15                                       | $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ |
| Gulv mot uteluft eller på grunn.                 | 0,10  | 0,15                                       | $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ |

<sup>)</sup> U-verdi for dører og vinduer skal uansett ikke ha dårligere isolasjonsverdi enn det som er angitt i tabellen.

De angitte U-verdier skal innbefatte alle overganger mellom bygningsdeler, bærekonstruksjoner etc. som kan utgjøre kuldebroer i konstruksjonen. Verdiene innbefatter også festemidler for vinduer, porter og dører. U-verdier skal dokumenteres ved hjelp av målinger utført av akkrediterte institusjoner (eks. NBI) eller ved standardiserte beregninger basert på bruk av kjente materialer og byggemetoder som det finnes dokumentasjon på isolasjonsverdien av (eksempler i NS 3031).

## 3.3 Lufttetthet på klimaskall

STBE setter krav til lufttetthet på det ytre klimaskallet i sine bygninger som vil være strengere enn de til enhver tid gjeldende minimumskrav i byggeforskriftene. Innfridde krav skal være dokumentert.

### 3.4 Følgende minimumskravkrav settes til tetthet i klimaskallet:

Tabell 2 Lufttetthet klimaskall

| Bygningsdel mot uteluft           | Innetemperatur<br>$t \geq 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ |              |
|-----------------------------------|--|--------------|
| Bygninger over 500 m <sup>2</sup> | 0,6  | Luftskifte/h |

De angitte lekkasjetall gjelder ved et differansetrykk mellom rom og uteluft på 50 Pa. Lekkasjetallet dokumenteres ved hjelp av trykkprøving av hele eller deler av bygget utført av uavhengig tredjepart og skal gjøres både med over og undertrykk i bygget. Det skal normalt utføres minimum 2 trykkprøvinger i byggetida, den første da ved lukking av ytre skall. Lekkasjepunkter dokumenteres med termografering – gjerne samordan med tetthetsprøvingene.

### 4 Solskjerming, overskuddsenergi, kontroll av overtemperatur

STBE forutsetter for sine bygg at de skal bygges slik at det ikke skal være behov for mekanisk kjøling i form av kuldemediebaserte kjølemaskiner for å opprettholde en akseptabel innetemperatur. Det er heller ikke ønskelig av både driftsmessige og estetiske hensyn å benytte utvendige motorstyrte persienner. Av hensyn til lysforholdene i rommene og bruk av kunstig lys, er det heller ikke ønskelig med solreflekterende glass som gjør at lystransmisjonen reduseres vesentlig. Problemene med overtemperatur kan f.eks. håndteres i en kombinasjon av flere tiltak.

Følgende tiltak kan vurderes:

1. Fasadeorientering for å unngå solinnstråling i brukstiden.
2. Faste utvendige avskjerminger for å hindre direkte solinnstråling, f.eks. baldakiner, løvtreskjerm
3. Moderate solreflekterende glass med god lysgjennomgang.
4. Innvendige reflekterende/skjermende gardiner.
5. Tunge energiabsorberende flater i rommene. Eksponert betong i gulv, vegger, tak.
6. Utnyttelse av lokale kuldekilder som grunnvann og/eller energibrønner.
7. Fjernkjøling.

**Følgende romtemperatur skal overskrides maksimalt 50 timer per år:**

Tabell 3 Temperaturkrav

| Romtype  | Innetemperatur    |
|--|-------------------|
| Rom for varig opphold som klasserom, kontorer, møterom, auditorier o.l | 25 <sup>0</sup> C |

Temperaturkravet dokumenteres ved hjelp av anerkjente norske beregningsprogrammer. Temperaturforløp for kritisk døgn i løpet av året skal angis. Alle forutsetninger for beregningene skal legges ved.

#### 4.1 Utnyttelse av solvarme

Energi fra sol kan også benyttes til å dekke deler av energibehovet i bygningen. Dette bør vurderes i hvert enkelt tilfelle, og spesielt i forbindelse med nybygg. STBE ønsker i utgangspunktet ikke å benytte teknisk kompliserte løsninger med potensielt stort vedlikeholdsbehov over tid. STBE ønsker fortrinnsvis forslag til passive solvarmeløsninger

hvor det kan vises til flere referanseanlegg som er sammenlignbare med STBEs prosjekter og som det kan trekkes erfaringer fra. Se forøvrig om varmeanlegg senere i dokumentet.

## 5 Varmeanlegg generelt

All bygg-, tappevanns- og ventilasjonsoppvarming skal skje med vannbårne varmesystemer. Temperaturnivået på oppvarmingssystemene skal være maksimum:  $t_{tur}/t_{retur} = 50^{\circ}\text{C}/40^{\circ}\text{C}$ . Det skal kun benyttes en felles utetemperaturkompensert kurs til både oppvarming og ventilasjon.

### 5.1 Energikilder

STBE ønsker ikke å stå for produksjon av byggets behov for varme og elektrisitet. Dette innebærer blant annet at varme leveres inn til bygget og veksles inn i husets vannbårne varmesystem. I prosjektet må det avgjøres om det er hensiktsmessig å avsette utvendig oppstillingsplass for varmeproduksjon eller om varmeproduksjonen skal foregå i selve bygningen. Å trekke produksjonsstedet ut av bygget, gir tilstrekkelig fleksibilitet til å kunne velge forskjellige løsninger i forhold til for eksempel gunstigste pris og/eller den til en hver tid mest miljøriktige produksjonsmetoden. Konesjonsbestemmelser kan gjøre en slik oppstillingsplass overflødig. I de tilfeller det ikke finnes tilbydere, kan STFK stå for egenproduksjonen av varme ved hjelp av f.eks olje i kombinasjon med elektrisitet. Entreprenøren skal da levere komplett kjelsentral inklusive pipe og brenselslager.

### 5.2 Energikilder. Tap og virkningsgrader

Det settes følgende krav til tap og virkningsgrader for energiproduserende utstyr:

Tabell 4 Krav til tap og virkningsgrader

| Energikilde  |           |
|--|-----------|
| Oljekjeler <sup>*)</sup><br>Fyringsteknisk virkningsgrad fullast.<br>Stillstandstap (strålingstap og gjennomstrømningstap)<br>i % av kjeleeffekt ved 70°C kjeltemperatur | Min 92%   |
| Kjeleeffekt < 200kW  | Max 0,45% |
| Kjeleeffekt ≥ 200kW  | Max 0,25% |
| Elektrokjeler. Strålingstap  | Max 0,2%  |
| Fjernvarmevekslere. Strålingstap   | Max 0,1%  |
| Varmepumpesystemer væske-væske. <sup>**) Årsvarmefaktor. <sup>****)</sup></sup>  | 3,5       |
| Varmepumpesystemer luft-væske. <sup>****) Årsvarmefaktor. <sup>*****)</sup></sup>  | 2,7       |

<sup>\*)</sup> Oljekjeler skal ved ytelser over 70kW ha oljebrenner med minimum 2 trinn

<sup>\*\*) Det er forutsatt bruk av energibrønn som varmekilde.</sup>

<sup>\*\*\*\*) Det er forutsatt brukt uteluft som varmekilde. Bruk av varmepumpe som eneste gjenvinner fra avtrekksluft ønsker ikke byggherren å benytte.</sup>

<sup>\*\*\*\*\*) Årsvarmefaktor inneholder tre faktorer som definerer begrepet:</sup>

$Q_{vp}$  = Varmepumpens energiproduksjon. (kWh/år)

$Q_{el-vp}$  = Varmepumpens energibruk til kompressordrift samt pumper og vifter på fordampere/kollektorsiden av varmepumpen. (kWh/år)

$Q_{sl}$  = Årlig energibehov til spisslastdekning. Dette er den delen av byggets energibehov til romoppvarming, ventilasjon og varmt tappevann som varmepumpen ikke klarer å dekke i løpet av året. (kWh/år)

Årsvarmefaktoren =  $(Q_{vp} + Q_{sl}) / (Q_{el-vp} + Q_{sl})$

### 5.3 Pumper

Mengderegulerte kurser skal benyttes både på varme og ventilasjon. Alle pumper skal leveres modulerende trykkregulering. Pumpene skal ha en økonomisk regulering slik at ønsket trykkøkning avtar med synkende sirkulert mengde.

### 5.4 Dimensjonering av rørføringer i varmeanlegg

På grunn av regulerbarhet og for å minimalisere pumpeenergien skal alle varmebærerledninger dimensjoneres for et maksimalt trykktap på 100 Pa/m. Dette gjelder også eventuelle isvannsledninger. På rørføringer på tur fra eventuelle frostsikringspumper til varmebatterier i ventilasjonsanlegg kan det avvikes fra dette kravet.

### 5.5 Isolasjon av rør og utstyr

Alle rør, ventiler og annet utstyr som pumper, mikrobobleutskillere, flenser og annet i anlegg som fører varme eller kalde væsker skal isoleres. Isolasjon av utstyr som skal være tilgjengelig for rutinemessig betjening og eller vedlikehold, skal utføres med demonterbare isolasjonspulter tilpasset den temperatur og eventuelle diffusjonstettende egenskaper som er nødvendig. All isolasjon skal være mantlet for å hindre avgivelse av fiber til romluften eller omkringliggende flater.

Tabell 5 Krav til isolasjon av rør og utstyr

| Dimensjoner               | Isolasjonstykkelse |
|---------------------------|--------------------|
| Rørføringer               |                    |
| Utvendig diam. < 50mm     | Min 30mm           |
| Utvendig diam $\geq$ 50mm | Min 50mm           |
| Mikrobobleutskillere      | Min 50mm           |
| Flenser                   | Min 50mm           |

### 5.6 Styring og regulering av varmeanlegg. Temperaturkrav

Alle rom for varig opphold skal ha individuell temperaturregulering. Oppholdsrom beregnet på flere enn en person, skal ha varmelegemer med direktevirkende termostater. Disse skal ha fast innstilling og være hærverkssikre. Rom som pga endret aktivitet har behov for endret romtemperatur, skal ha egne romkontrollører med mulighet for skjermbasert endring av bærerdi.

Nattsinking foregår sentralt på turtemperatur. Turtemperatur skal styres på grunnlag av utetemperatur og tidsur. I rom beregnet på enkeltpersoner skal det være mulighet for individuell påvirkning av ønsket romtemperatur.

**Følgende generelle temperaturkrav skal være dimensjonerende i fyringssesongen:**

Tabell 6 Temperaturkrav i fyringssesongen

| Romtype   | Innetemperatur       |
|---|----------------------|
| Rom for stillesittende arbeid:<br>Kontorer, klasserom, møterom etc. | 20-22 <sup>0</sup> C |
| Gymnastikksaler, idrettshaller                                      | 17-19 <sup>0</sup> C |
| Verksteder  | 12-17 <sup>0</sup> C |

Enkelte spesialrom vil avvike fra de angitte verdiene. Dette vil fremgå av romprogrammet.

## 5.7 Snøsmelting, frostsikring

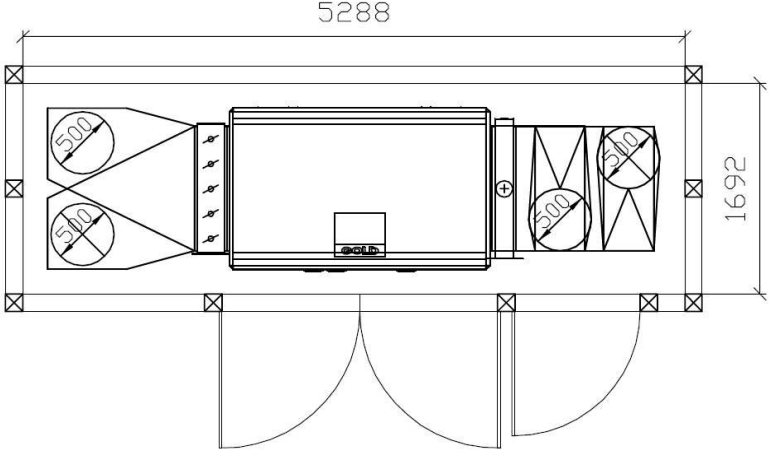
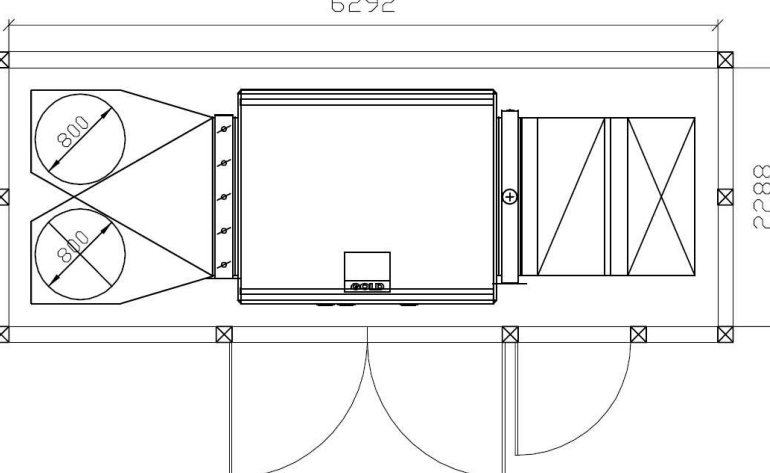
BE ønsker å unngå snøsmelteanlegg på sine bygg. Dette kan unngås ved bygningsmessig overbygging, innkledning og fornuftig utformede inngangspartier. Hvis det allikevel er nødvendig, skal arealene begrenses i størst mulig grad. Reguleringen av snøsmelteanlegget skal være utformet kun for å smelte snø, ikke å varme uteluft. Dette stiller krav til installert effekt, underliggende isolasjon, begrensninger i overdekking og riktig bruk av sensorer.

Installasjon av vann eller avløpsledninger som krever separat oppvarming for frostsikring skal ikke forekomme.

## 6 Luftbehandlingsanlegg generelt

Så fremt ikke helt spesielle forhold tilsier det, skal byggene utstyres med distribuerte luftbehandlingsaggregater. Aggregatene plasseres sentralt i de areal de skal betjene. Basert på en luftmengde på  $15 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$  i gjennomsnitt kan aggregatromstørrelsen bestemmes ut fra betjent areal og målskisser i tabellen nedenfor. Aggregatrommene er basert på inspeksjon av aggregatene gjennom døråpninger i aggregatromveggen. Dette fordrer dører med både branntekniske og lydtekniske kvaliteter som er tilfredsstillende

Tabell 7. Utforming av aggregatrom

| Betjent areal $\text{m}^2$ | Luftmengde $\text{m}^3/\text{h}$ | Målskisse for aggregatrom basert på inspeksjonsdører i aggregatromvegg.              |
|----------------------------|----------------------------------|--|
| 200                        | 3000                             |   |
| 400                        | 6000                             |  |

|      |       |  |
|------|-------|--|
| 600  | 9000  |  |
| 800  | 12000 |  |
| 1000 | 15000 |  |

NB! 12000 og 15000 m<sup>3</sup>/h gir samme dimensjoner på aggregatrom.

Årskostnadsberegninger viser at aggregatene normalt bør ha en luftmengde mellom 4000 m<sup>3</sup>/h og 10000 m<sup>3</sup>/h.

### 6.1 SFP-faktor. Spesifikk vifteeffekt

Kravet til SFP-faktor for ventilasjonssystemene er satt til maksimalt: 1,9 kW/(m<sup>3</sup>/s).

SFP-faktor er i henhold til NBIs definisjoner. Kravet til SFP faktor for aggregater er basert på et svært moderat eksternt trykkfall utenfor aggregatet. Med tilstrekkelig autoritet på tillufts-

og avtrekksventilene, fordrer dette et begrenset fordelingsnett med moderate hastigheter og utstrakt bruk av spiralfalsede kanaler med tilhørende kanaldeler.

## 6.2 Varmegjennvinnere. Anvendelse og virkningsgrader

Det skal fortrinnsvis benyttes roterende varmegjennvinnere eller gjennvinnere med tilsvarende virkningsgrad. Hvis det i arealene finnes aktiviteter med forurensninger som ikke muliggjør bruk av roterende gjennvinner, skal disse aktivitetene skilles ut i egne ventilasjonssystemer der det benyttes annen type gjenvinning. Det benyttes helst kryssplategjennvinner i forskjellige utførelser avhengig av forurensningskilden. I spesielle tilfeller kan det anvendes avkast uten gjenvinning. Avkast uten gjenvinning kan benyttes der det er:

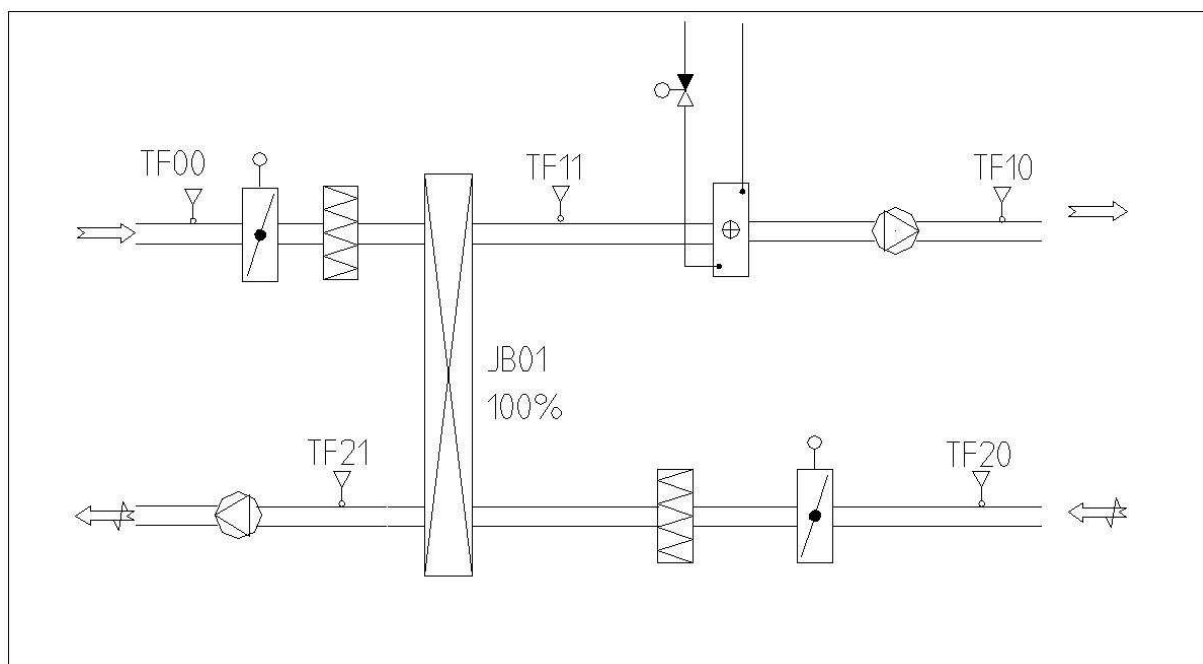
- Små luftmengder med forurensing
- Store forurensede luftmengder med svært begrenset brukstid
- Ekstreme forurensinger som umuliggjør rensing

### Krav til virkningsgrader for varmegjennvinnere

Kravene til varmegjenvinning baserer seg på lik luftmengde i tilluft og avtrekk. Kravene baserer seg på tørr virkningsgrad på gjennvinner. Det skal med andre ord ikke beregnes/angis med kondensering på avtrekkssiden i gjennvinneren. Det skal heller ikke tas hensyn til annen fuktgjenvinning ved angivelse av virkningsgrad.

Virkningsgrad skal angis i forhold til følgende formler med henvisning til figur 1.

Virkningsgraden er målt øyeblikksverdi som vil bli kontrollert med momentanmåling av gjennomsnittstemperaturer over kanal/aggregatverrsnittet.



Figur 1 Måling av temperaturvirkningsgrad

$$\text{Virkningsgrad (\%)} = 100 \cdot (\text{TF11} - \text{TF00}) / (\text{TF20} - \text{TF00}) \text{ alternativt,}$$

$$\text{Virkningsgrad (\%)} = 100 \cdot (\text{TF20} - \text{TF21}) / (\text{TF20} - \text{TF00})$$

Tabell 8. Minimumskrav til virkningsgrad for varmegjennvinnere:

| Type gjenvinner       | Virkningsgrad |
|-----------------------|---------------|
| Roterende gjennvinner | 80 %          |
| Kryssplategjennvinner | 60 %          |

### 6.3 Vifter

Vifter skal ha bakoverbøyde skovler med god virkningsgrad over et stort område. Viftene skal være direktdrevet og utstyrt med frekvensregulert motor. På grunn av kompakte aggregatrom vil kammervifter være å foretrekke.

### 6.4 Batterier

Varmebatterier skal være vannbårne og ha frostsikringsføler plassert i batteriets mest utsatte del (ikke i felles returrør eller samlestock). Varmeavgivelse til batteriet skal kunne utføres som mengderegulering uten frostsikringspumpe. Dimensjonerende temperaturnivå  $t_{tur}/t_{retur} = 50^{\circ}\text{C}/40^{\circ}\text{C}$

Eventuelle kjølebatterier skal være dimensjonert for tilgjengelig kaldtvann/isvannstemperaturer og mengder. Hastigheten over batteriet skal være så lav at dråpefanger ikke er nødvendig.

### 6.5 Filtre

Det skal benyttes finfiltre EU7 (F85) lang type. Filtrenes innfesting og omramming skal være absolutt tett for luftgjennomstrømning. Filtrene skal være utstyrt med analoge trykkmålere i tillegg til trykkgivere.

### 6.6 Spjeld

Det skal være stenge-/frostsikringsspjeld i lekkasjeklasse 4 med fjær tilbaketrekk på frisklufts og avkastkanal. Brannspjeld skal ikke forekomme.

### 6.7 Styring og regulering av ventilasjonsanlegg

Luftmengde skal tilfredsstillende forskriftene. Begrensning av luftmengde når arealene ikke er i bruk, skal skje ut fra årskostnadsbetraktninger. Erfaring har vist at avkastning på investeringen i de tekniske anlegg ofte uteblir pga feil og manglende oppfølging. Det skal derfor legges vekt på forenkling i systemene. Entreprenøren skal i samråd med arkitekt og byggherre komme fram til hvordan hvert enkelt aggregat skal styres, enten ved hjelp av tilstedeværelse, tidsur, personbelastning eller i en kombinasjon av disse.

Aggregatene skal leveres med komplett automatikk og startutrustning. De skal betjenes via et web-grensesnitt på skjerm. I hvert enkelt prosjekt må de avgjøres om ventilasjonsanleggenes punktportefølje skal publiseres på bygningens installasjonsbuss, eller om det er tilstrekkelig med et eget web-grensesnitt som betjenes via bygningens IKT-nett. Alle ventilasjonsanlegg må være tilgjengelig for betjening via byggets SD-anlegg.

## 7 Elektriske anlegg generelt

Elektrisk utrustning skal styres ut fra behov. Unødig bruk av effekt og energi skal unngås.

### 7.1 Belysning innendørs

(Kapitlet er basert på notat utarbeidet av Kaare Skallerud AS)

Belysning skal være styrt av tilstedesensorer. I arealer med mye dagslysinfall skal det i tillegg monteres fotoceller som overstyrer lyskursen når belysningsstyrken overstiger et gitt nivå, for eksempel 1000 Lux. Ved undervisnings- eller kontorlandskap skal tilstedesensorer dekke transportsoner og kontor/aktivitetssoner hver for seg. Hver sone bør ikke dekke mer enn 25 m<sup>2</sup>. I gymsaler, aulaer, klasserom, møterom og lignende skal tilstedesensorene dekke hver romenhet.

Belysningen skal tilfredsstillende gjeldende krav til belysningsstyrke for de respektive arealer. Belysningsstyrken vil påvirkes av installert effekt i belysning, lyskildenes lysutbytte, armaturenes plassering (plassorientert belysning), armaturens lystekniske egenskaper/effektivitet, utforming av rom, fargevalg i rommet etc. Byggherrens ønske er tilstrekkelig belysning med minst mulig installert effekt.

Det skal kun benyttes armaturer med elektronisk forkobling. Det skal ikke benyttes glødelamper eller lavvoltlamper.

Energimessig vil belysningen belaste skolen med energibruk basert på to forhold:

1. Installert effekt
2. Brukstiden for lyset

Bruktiden begrenses av tilstedesensorer. For å sikre mot overinstallasjon av lyseffekt er maksimalgrensene for installert effekt i belysning angitt i tabell 9.

Tabell 9 Belysning og installert effekt innendørs

| Arealer                      | Belysningsnivå<br>Lux | Børverdi<br>effekt. W/m <sup>2</sup> | Maksimalverdi<br>effekt W/m <sup>2</sup> |
|------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|--|
| Korridor                     | 100                   | 3                                    | 5  |
| Klasserom elever ungdom      | 300                   | 6                                    | 8  |
| Klasserom voksenundervisning | 500                   | 10                                   | 13                                       |
| Kontorer                     | 500                   | 6                                    | 10                                       |
| Gymnastikksal, idrettshall   | 300                   | 8                                    | 10                                       |
| Sløyd, håndarbeid etc.       | 500                   | 12                                   | 14                                       |
| Lager                        | 100                   | 3                                    | 5  |

Installert effekt er inkludert effektforbruk til startutrustning

## 7.2 Belysning utendørs

All belysning utendørs skal være styrt av fotoceller i tillegg til overordnet årsur. Belysningen skal tilfredsstillende gjeldende krav til belysningsstyrke for de respektive arealer.

Belysningsstyrken vil påvirkes av installert effekt i belysning, lyskildenes lysutbytte, armaturenes plassering, armaturens lystekniske egenskaper/effektivitet. Byggherrens ønske er tilstrekkelig belysning med minst mulig installert effekt. Utendørs belysning gir ingen bidrag til romoppvarming og energieffektivitet er derfor spesielt viktig her.

For å sikre mot overinstallasjon av lyseffekt er maksimalgrensene for installert effekt i belysning angitt i tabell 10.

Tabell 10 Installert effekt utendørs belysning

| Arealer           | Maksimalt installert effekt<br>(W/m <sup>2</sup> ) <sup>*)</sup> |
|-------------------|--|
| Gangveier         | 2  |
| Parkeringsplasser | 0,3  |

\*) Maksimalt installert effekt er inkludert effektforbruk til startutrustning