

**Eiendom:** Vegkontoret Steinkjer  
**Eier:** Statsbygg  
**Rådgiver:** SINTEF Byggforsk

## Total Concept metoden

Trinn 1. Danne en tiltakspakke

### Bygningen

**Byggeår:** 1967, 1976, 1984  
**Areal:** 4 330 m<sup>2</sup> oppvarmet BRA  
**Type bygning:** Kontorbygning

Bygningsmassen består av tre fløyer bygget i ulike byggetrinn; 1967, 1976 og 1984. Den opprinnelige delen besto av en én etasjers bygning (trafikkstasjon) inkludert en kontrollhall samt nordøstfløyen i 3 etasjer. Sydvestfløyen ble bygget i 1967 med opprinnelig 3 etasjer, men ble påbygd med 2 etasjer til i 1984. Bygningen består i hovedsak av kontorer for Vegvesenets personal samt kantine i første etasjen i østfløyen. Det begynner å bli trangt i dagens lokaler, og det er derfor behov for et tilbygg. En del av bygningen er også en kontrollhall, men denne er ikke inkludert i videre vurderinger.



### Inneklima

Kravet til inneklima det er tatt utgangspunkt i for dette arbeidet, er basert på arbeidsmiljøloven og klasse 2 i NS 15251. Personalet klager på dårlig inneklima, spesielt i de delene av bygningen med de eldste ventilasjonsanleggene. Endringer i planløsningen har også forverret inneklimaet.

### Dagens tilstand av bygningen og de tekniske systemene

#### Bygningskropp

Bygningen er av plaststøpt betong med dekker, bjelker, søyler og vegger som primære bygningsdeler. Fasadene er av 150 mm tykk betong, innvendig isolert med 100 mm isolasjon og har en U-verdi på 0,41 W/m<sup>2</sup>K. Enkelte betongsøyler er plassert i ytterveggen og skaper store kuldebroer. Lekkasjetallet er ikke målt, men estimert til 3,5 h<sup>-1</sup>.

Vinduene ligger i store horisontale vindusbånd mellom betongskivene. Vinduene er originale koblete vinduer med gjennomsnittlig U-verdi på 2,4 W/m<sup>2</sup>K.

Alle fløyer har flatt tak med 150 mm isolasjon på 150 mm betong. Takene har en U-verdi på 0,23 W/m<sup>2</sup>K, bortsett fra over teknisk rom som har U-verdi 0,33 W/m<sup>2</sup>K.

Gulvet er gulv på grunn og har, med en antatt isolasjon på 100 mm, en ekvivalent U-verdi på 0,15 W/m<sup>2</sup>K.

## Oppvarming

Bygningen har 2 stk. oljekjeler á 350 kW og 1 stk. elektrokjele på 225 kW. Kjelenes dekker forvarming av varmt tappevann, romoppvarming og varmebatterier for ventilasjon. Den elektriske kjelen er prioritert og utgjør 99 % av oppvarmingen. Romoppvarmingen distribueres via et høyvarmesystem av radiatorer og vannbåret varmebatteri til ventilasjonen (80/60 °C). Påbygget i vestfløyen (4.-5. etg.) har i dag helelektrisk oppvarming via panelovner.

## Ventilasjon

Den aktuelle delen av bygningen har totalt 6 stk. ventilasjonsanlegg, samt noen mindre rene avtrekksystemer. 2 av anleggene er fra 1976 og er i dårlig forfatning. Disse to har også en lav gjenvinningsgrad på 42 og 62 %. Anleggene har en gjennomsnittlig SFP på 3,7 kW/(m<sup>3</sup>/s). Den totale effekten for kjølebatteriene er på 166 kW og effekt for varmebatteriet er på 287 kW.

## Kjøling

Bygningsmassen er klimatisert og har kjøleanlegg, som består av et isvannanlegg fra 1975. Anlegget er plassert i Vestfløybygget og dekker komfortkjøling via kjøleblaffer i 2. etg, samt komfortkjøling via ventilasjon for hele bygget. Komfortkjøling for østfløyen og trafikkavdelingen betjenes via ventilasjonsanlegg med lokalt plasserte DX-anlegg.

Prosesskjøling av datarom, telesentral, avfallsrom, UPS rom og hovedtavlerom besørgeres av mindre DX-anlegg som er plassert lokalt ved de respektive rom/installasjoner. Det er til sammen 15 kjøleanlegg på bygget. DX-anleggene har en total effekt på 119 kW og isvannanlegget på 100 kW.

## Belysning og utstyr

Delene av bygningen som behandles er i hovedsak kontorer. Det er mestedels T5 og T8 lamper på kontorene og korridorer. Effektbehov brukt i energisimuleringen for belysning er 8 W/m<sup>2</sup> og for utstyr 11 W/m<sup>2</sup>. Personbelastningen estimeres til 4 W/m<sup>2</sup>.

## Energibruk og energiforsyning

Statsbygg har dokumentert målt energibruk for hele bygningen de siste 10 årene. Energirapporten for 2013 viser den totale målte leverte energien for 2013, graddagskorrigert samt korrigert mht. driftstider for hele bygningen inkludert kontrollhallen. Totalt oppvarmingsbehov er på 79 kWh/m<sup>2</sup> for hele bygningen, der 99 % kommer fra elektrisitet og kun 1 % fra olje. Total levert energi fra elektrisitet, ekskludert til oppvarming, er 140 kWh/m<sup>2</sup>. En energimerking ble utført i 2013, med standardiserte verdier med et levert energibehov på 242 kWh/m<sup>2</sup> år.

Beregnet total energi for bygningens kontordel, dvs eksklusiv kontrollhallen, som kommer brukes videre som eksisterende bygning er:

Beregnet total levert energi	193,9 kWh/m <sup>2</sup> ,År
Leverte oppvarming	99,4 kWh/m <sup>2</sup> ,År
Leverte belysning og utstyr	60,7 kWh/m <sup>2</sup> ,År

## Lønnsomhetsanalyse av energieffektiviseringstiltak

Seks store energieffektiviseringstiltak er valgt for vegkontoret i Steinkjer. Tilhørende energibesparelse og investeringskostnad for hvert av tiltakene fra forskriftskrav (TEK10 minimumkrav) til passivhusnivå er analysert og beregnet. Det vil si at investeringskostnad og energibesparelse for oppgradering fra eksisterende standard opp til TEK10 nivå ikke er vurdert i forhold til lønnsomhet. Bakgrunnen for dette er at oppgradering uansett er nødvendig og da er det naturlig å oppgradere opp til dagnes forskriftsnivå. Det er også begrunnelse for dette i plan – og bygningsloven.

Følgende tiltak er vurderte, enkeltvis og i samlede pakker, i forhold til byggherrens internrentekrav på 4,15%;

1. Nye vinduer og dører
2. Utvendig etterisolering av tak
3. Endring av belysning til behovsstyrt LED
4. Oppgradering av ventilasjonsanlegget fra en CAV til en DCV1
5. Utvendig etterisolering av fasader inkludert forbedret lufttetthet og kuldebroer
6. Installasjon av bergvarmepumpe

Beregninger er først utført for oppgradering av eksisterende bygning opp til TEK10-nivå, men lønnsomhetsanalysen gjelder videre energieffektivisering opp til passivhusnivå. Det mest lønnsomme tiltaket velges som første tiltak. Videre utføres en ny energiberegning med ny rangering av resterende tiltakene, tiltak 2 velges og en ny energiberegning med ny rangering av de resterende tiltakene utføres, osv. Ny energiberegning ved hver rangering er helt avgjørende for å finne riktig rekkefølge av tiltak, samt unngå å regne samme sparte kWh flere ganger. Hvis alle tiltakene gjøres i forhold til et fast utgangspunkt, vil flere tiltak i praksis spare samme kWh.

### Inndata for lønnsomhetsberegninger

Ved lønnsomhetsberegningene er det tatt utgangspunkt i byggherrens internrentekrav på 4,15 %. Det er videre estimert en relativ økning av energiprisen med 2 % over inflasjonen og økonomisk levetid er satt til 60 år.

Internrentekrav	4,15 %
Energiprisøkning	2,0 %
Energipris vann	1,0 kr
Energipris elektrisitet	1,0 kr
Økonomisk levetid	60 år

### Sammendrag av tiltakspakken

#### Resultater

Med hjelp av Total Concept metoden er en tiltakspakke med følgende 5 energieffektiviseringstiltak funnet lønnsomme.

1. Vinduer og dører
2. Tak utvendig isolering
3. Behovstyrt LED-belysning
4. Ventilasjon- fra CAV til behovstyrt ventilasjon
5. Vegger- utvendig etterisolering

Tiltakspakken reduserer den leverte energien fra TEK 10 til passivhusnivå med 205 300 kWh/år, tabell 1.

Den totale energibesparelsen fra eksisterende bygning til passivhusnivå er 394 896 kWh/år.

Tiltakspakken totale investeringskostnad er 2 827 300 kr og gir en internrente på 4,22 %, se bilde 1.

Tabell 1. Kostnads- og energibesparelse for de ulike tiltakene

Tiltak		Investerings- kostnad kNOK	Kostnads- besparelse kNOK/year	Energi- besparelse MWh/year
1	Vinduer og dører	109	35	39
2	Tak- utvendig isolering	58	4	5
3	Behovstyrt LED belysning	286	29	27
4	Ventilation - fra CAV til DCV	1335	116	129
5	Vegger- utvendig isolering + tetthet	1038	3	3
6	Varmepumpe	1400	5	6
-	Sum	4227	195	211

Bilde 1. Interrentediagram for tiltakspakken

