

RYKKINN SKOLE

KLIMAGASSBEREGNING

bilde



Fase	Utarbeidet	Rev1	Rev2	Rev3
Forprosjekt	GJA/IMA	25.11.15		
Ferdigstillelse «Som bygget»	GJA/IMA	14.09.16	18.09.16	
Etter 2 års drift «I drift»	GJA/NIN	25.02.19		

Innholdsfortegnelse

INNLEDNING	3
1. PROSJEKTBEKRIVELSE.....	4
1.1. BEREKNINGSPROGRAM FOR KLIMAGASSBEREGNINGER.....	4
2. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER.....	5
3. STASJONÆR ENERGIBRUK	7
3.1. PROSJEKTFASER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	7
3.1.1. Referansebygg. Klimagassregnskap.no.....	7
3.1.2. Referansebygg. Form som Rykkinn skole.....	7
3.1.3. Prosjektert bygg.....	8
3.1.4. «Som bygget»	9
3.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA STASJONÆR ENERGIBRUK	13
4. MATERIALER.....	15
4.1. BEREKNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	15
4.1.1. Referansebygg. Klimagassregnskap.no.....	15
4.1.2. Referansebygg. Form som Rykkinn skole.....	15
4.1.3. Prosjektert bygg.....	16
4.1.4. «Som bygget»	17
4.1.5. «I drift» (etter 2 år).....	18
4.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA MATERIALBRUK.....	19
5. TRANSPORT	21
5.1. BEREKNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	21
5.1.1. Referansebygg. Form som Rykkinn skole.....	21
5.1.2. Prosjektert bygg og som bygget.....	22
5.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA TRANSPORT.....	23
VEDLEGG	25
VEDLEGG 1: UNDERLAG BEREGNINGER FOR ENERGI	25
VEDLEGG 2: UNDERLAG BEREGNINGER FOR MATERIALER	25
VEDLEGG 3: UNDERLAG BEREGNINGER FOR TRANSPORT	25

INNLEDNING

FutureBuilds prosjekter dokumenteres på FutureBuilds nettside. Herfra kan man skrive ut en samlerapport som redegjør for prosjektets miljøtiltak og resultater. Denne klimagassrapporten er et vedlegg til samlerapporten og går i mer detalj om forutsetninger, datagrunnlag, tiltaksvurderinger, valg av tiltak, mv. som ligger til grunn for klimagassberegningene og oppnådde klimagassreduksjoner.

Rykkinn skole er et FutureBuilt-prosjekt og foreliggende rapport er dokumentasjon av klimagassberegninger, oppnådde klimagassreduksjoner og foreslåtte og gjennomførte tiltak. Rapporten utarbeides og revideres tre ganger gjennom planlegging/prosjektering, etter bygging og etter 2 års drift.

I versjon 1 av rapporten presenteres:

- et **referansebygg** («Ref. bygg. Klimagassregnskap.no») av samme bygg kategori og størrelse, bygget etter minimumskrav i Forskrift om tekniske krav til byggverk, materialvalg uten spesiell tanke på miljø og med gjennomsnittlig lokalisering uten transporttiltak.
- et **referansebygg** («Ref. bygg. Form som Rykkinn skole»), heretter kalt «referansebygget» i teksten, av samme byggkategori og størrelse, bygget etter minimumskrav i Forskrift om tekniske krav til byggverk, materialvalg uten spesiell tanke på miljø og med gjennomsnittlig lokalisering uten transporttiltak.

På dette referansebygget er materialforbruket tilpasset form og fasong på Rykkinn skole. På grunn av dagslyskrav og designkriterier i byggeprogrammet vil skolen ha vesentlig mer bygningsmasse enn det eskeformede referansebygget i klimagassregnskap.no (ovenfor).

Alle utregninger av differanser mellom referansebygget og den prosjekterte bygningen benytter dette referansebygget.

- den **prosjekterte bygningen**, med beregnet energibruk (netto iht. NS 3031), planlagt energiforsyning, planlagt materialbruk og faktisk beliggenhet med gjennomsnittlige reisevaner for denne beliggenheten, iht reisevanundersøkelse utført ved Rykkinn skole.

Versjon 2 av rapporten suppleres med beregningen for:

- **bygningen «Som bygget»**, fortsatt med beregnet energibruk (netto iht. NS 3031), men med faktiske utslippsdata for valgte bygningsprodukter (fra EPD'er) og med transportutslipp iht reisevanundersøkelse utført ved Rykkinn skole.

Versjon 3 av rapporten suppleres ytterligere med beregningen for:

- **bygningen etter 2 års drift «I drift»**, med målt energi fordelt på ulike energiposter og med transportutslipp iht. gjennomført reisevaneundersøkelse for brukerne i bygget.

Tilpasset referansebygg

På grunn av programmerte designkriterier og dagslyskrav i kombinasjon med passivhus, vil skolen ha vesentlig mer bygningsmasse enn referansebygget i klimagassregnskap.no. Det er derfor benyttet et referansebygg med tilpasset fasong som Rykkinn skole for å ivareta dette ifm utslippsberegningen for materialdelen.

Rapportene for *Rykkinn skole* er utarbeidet av Gisle Jacobsen og Iselin Martinsen, Veidekke Entreprenør. Det er benyttet bistand fra egen miljøavdeling sentralt v/ Ingunn Marton og Birgitte Koren. Energiberegningene er utarbeidet med bistand fra Kristoffer Aaserud, RIByggfysikk Multiconsult og Simen Seip Blystad, RIV Norconsult.

For beregningen av klimagassutslippet for Rykkinn skole er ikke klimagassregnskap.no sine referansetall for transport benyttet. Det er benyttet tall fra lokal reisevaneundersøkelse ved Rykkinn skole og utslippsreduksjonen er satt til 0%. Se redegjørelse kap 5.

Versjon «Som bygget», datert 14.09.16, inneholder resultatene av klimagassberegninger for referansebygget, prosjektert bygg og som bygget.

1. PROSJEKTBESKRIVELSE

Prosjektnavn og utbygger

Rykkinn skole avdeling Berger bygges av Veidekke Entreprenør AS. Utbyggingen er et offentlig-privat samarbeidsprosjekt (OPS) og Veidekke står for står for design, prosjektering, bygging, finansiering, drift, vedlikehold og utleie til Bærum kommune i 25 år.

Overordnet beskrivelse av bygg og planlagt bruk

Rykkinn skole avdeling Berger er en barneskole for 1. til 7.trinn på ca. 8000 m². Foruten undervisningslokaler inneholder også skolen en flerbrukshall og forsamlingsal til større arrangementer.

Skolebygget består av fire hovedfløyer som bindes sammen av en hovedrygg, som blant annet inkluderer spesialrom som kunst og håndverk, musikkrom, forsamlingsrom, naturfag, lese/data, bibliotek, forsamlingsal og skolehelsetjeneste. Flere av disse rommene kan også benyttes etter skoletid.

Trinnområdene med undervisningsrom og flerbrukshallen er plassert i hver sin fløy og har separate inngangspartier. Denne løsningen gjør at hjemmeområdene for de små klassene vil oppleves som mindre og trygge baser.

Særtrekk ved prosjektet

Rykkinn skole avd Berger er prosjektert som passivhus med energiklasse A og utstyres med energibrønner. Det er også stilt krav om dagslysfaktor på 2,5% eller bedre i alle undervisningsrom.

Beliggenhet og karakteristika

Skolebygget er lokalisert på Rykkinn i Bærum kommune og har adresse Valkyrieveien 25, 1349 Rykkinn. Skolen ligger i et boligområde og er trukket så langt som mulig mot nord for å gi hjemmeområdene optimale utearealer mot syd og vest med gode solforhold. Bygget ligger 114 moh., har en årsgjennomsnittstemperatur på 6,3°C og en døgnmiddel sommertemperatur på 20°C.

BTA og oppvarmet BRA

Skolens BTA er 7991 m² og oppvarmet BRA er 7415 m².

Planlagt antall elever og personell

Skolen skal ha plass til ca. 650 elever og det er estimert ca. 45 årsverk til personell. Etter skoletid vil uteområdene være tilgjengelig for nærområdet. Dette tilrettelegger for rekreasjon, opphold, positive opplevelser, og vil bidra til å skape mangfold og aktivitet.

Bymessig og annen lokaliseringssammenheng prosjektet inngår, tilknytning til transportsystem og annen infrastruktur.

Rykkinn skole er sentralt plassert i et etablert boligområde med variert boligbebyggelse. I umiddelbar nærhet ligger Berger svømmehall og Rykkinnhallen. Den sentrale plasseringen av skolen i forhold til omkringliggende boligområder gjør at gang- og sykkeltrafikk vil møte skolen fra mange hold og sykkelparkeringer ligger desentralisert rundt på tomten for å imøtekomme alle.

På sikt vil det komme t-baneholdplass i nærheten av Rykkinn skole. Endelig plassering er ikke besluttet, men mulige plasseringer er studert og plasseringen og formen på skolen sørger for at alle eksisterende ferdselsveier blir opprettholdt, slik at det ikke er behov for nye ferdselsveier til fremtidig t-baneholdplass for Rykkinn.

Skolen er prosjektert med full dekning på sykkelparkering for alle som har lov til å sykle til skolen.

1.1. Beregningsprogram for klimagassberegninger

Vi har benyttet klimagassregnskap.no versjon 5.0 for de generiske verdiene for bygget og simuleringsprogrammet SIMIEN versjon 5.022.

2. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER

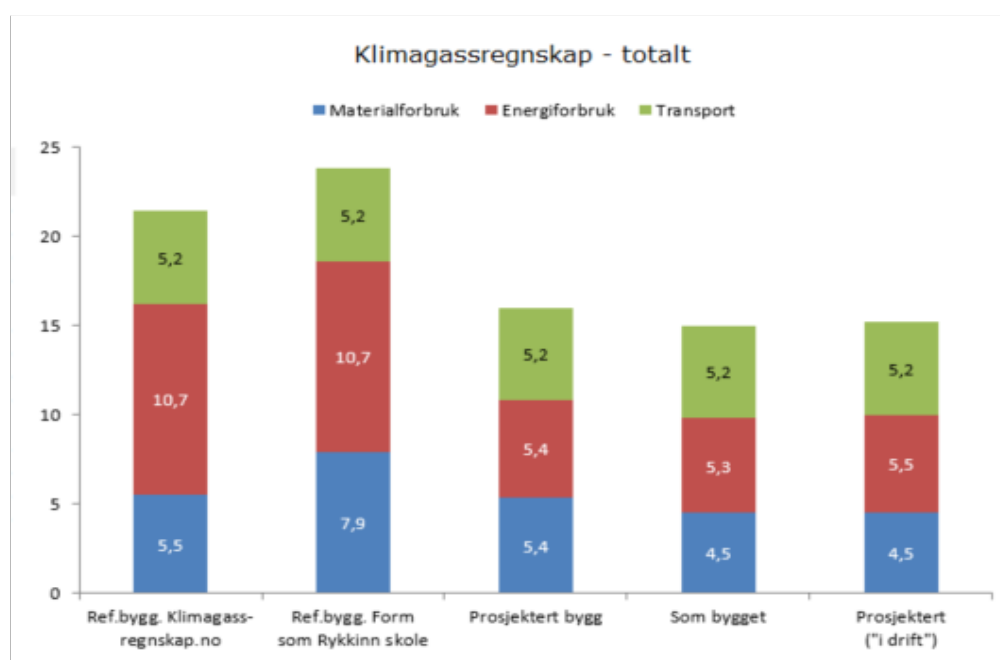
Referansebygget «Ref.bygg. Form som Rykkinn skole benyttes i alle utregninger av differanser mellom referansebygget og den prosjekterte bygningen.

Prosjektets totale klimagassutslipp er sammenlignet med referanseberegningen redusert med 33% for prosjektert bygg, og 37 % for «som bygget».

Klimagassutslippet for prosjektet i «Som bygget» er beregnet til 15 kg CO₂-ekv/år/m², og 160kg CO₂-ekv/år/person. Totalt for bygget utgjør dette 111 225 kg CO₂-ekv/år

I tabell 2.1 er reduksjonene for alternativene vist for henholdsvis materialbruk, stasjonær energibruk til drift av bygget og person- og varetransport i driftsfasen.

Figur 2.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp [kg CO₂-ekv/år/m²] for Rykkinn skole



Tabell 2.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr person for Rykkinn skole

	Ref.bygg Klimagass- regnskap.no	Ref.bygg Form som Rykkinn skole	Prosjektert bygg	«Som bygget»	«i drift»
	[tonn CO ₂ / år]	[tonn CO ₂ / år]	[tonn CO ₂ / år]	[tonn CO ₂ / år]	[tonn CO ₂ / år]
Materialbruk	40,8	58,6	40,0	33,4	33,4
Energiforbruk	79,3	79,3	40,0	39,3	40,8
Transport	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6
Total	158,7	176,5	118,6	111,2	112,7
Reduksjon ifht. referansebygg [%]			33	37	36

Tabell 2.2: Fordeling av beregnede klimagassutslipp pr. person for Rykkinn skole

	Ref. bygg. Klimagass- regnskap.no	Ref.bygg. Form som Rykkinn skole	Prosjektet bygg	«Som bygget»	«i drift»
		[kg CO ₂ - ekv./år/person]	[kg CO ₂ - ekv./år/person]	[kg CO ₂ - ekv./år/person]	[kg CO ₂ - ekv./år/person]
Materialbruk	58,7	84,3	57,6	48,0	48
Energiforbruk	114,2	114,2	57,6	56,5	58,7
Transport	55,5	55,5	55,5	55,5	55,5
Total	228,3	253,9	170,7	160,0	162,2
Reduksjon ifht. referansebygg [%]			33	37	36

Tilpasset referansebygg

På referansebygget «Ref.bygg. Form som Rykkinn skole» er materialforbruket tilpasset form og fasong på Rykkinn skole. På grunn av dagslyskrav og designkriterier i byggeprogrammet vil skolen ha vesentlig mer bygningsmasse enn referansebygget i klimagassregnskap.no.

Mål for reduksjon av klimagassutslipp

Sammenliknet med vårt referansebygg har prosjektet klart å redusere det totale utslippet i «som bygget fasen» med 37%. For materialbruk er prosjektets klimagassutslipp redusert med 43% og for energibruk er klimagassutslippet redusert med 50%. Når det gjelder klimagassutslipp fra transport er reduksjonen satt til 0%.

Den eksisterende skolen inneholdt klassetrinnene 1. til 5. klasse mens resterende elever gikk på Gommerud skole som ligger i umiddelbar nærhet.

Selv om skolen i dag rommer elever fra 1. til 7 klasse, er nedslagsfeltet for skolekretsen lik tidligere og svært liten – ca en 1 km i radius. Det er foretatt en reisevaneundersøkelse for elevene fra 1. til 7. trinn på tidligere Rykkinn skole og Gommerud skole, som viser at 85% av elevene gikk eller syklet til skolen og at dette bildet forblir tilnærmet uendret også etter at den nye skolen tas i bruk.

Da eksisterende ferdselsmønster er opprettholdt, transporttilbudet forblir det samme og brukermassen er uendret for skolen, ser vi det som hensiktsmessig at vi benytter tallene fra den lokale reisevaneundersøkelsen gjennomført ved Rykkinn skole som underlag for transportutslippene i alle tre fasene av prosjektet. Dette er ikke i tråd med Futurebuilts regneregler, men etter Veidekke sin oppfatning det som gir det beste bildet av referansesituasjonen.

En evt reduksjon ifm transport kan i fremtiden komme dersom den nye Kolsåsbanen etablerer seg med t-banestopp i nærheten av skolen.

De viktigste tiltakene på veien mot måloppnåelse

- Valg miljøvennlige materialer, med spesielt fokus på materialene vi benytter i størst grad for å oppnå størst mulig CO₂-reduksjon ved endring av materialvalg.
- Passivhus-standard
- Optimalisering av bygningskropp med tanke på materialmengde, U-verdi og tetthet.
- Effektiv varmpumpe fra lokale brønner som skal dekke behovet for oppvarming og tappevann.
- Transporttilpasninger som tilrettelegger for gå- og sykkelmuligheter.

De viktigste materialgrepene på Rykkinn skole er at all betong, både plass-støpt og prefabkonstruksjon, er levert i lavkarbonbetong. Armeringsstål og konstruksjonsstål leveres med så høy resirkuleringsgrad som mulig. I tillegg har vi, sammen med RIB, klart å erstatte store deler av XPS isolasjonen i grunn med EPS.

3. STASJONÆR ENERGIBRUK

I dette kapitlet er det først redegjort for forutsetninger, grunnlag og resultater av de ulike beregningsalternativene, deretter sammenlignes alternativene og det gis en kort forklaring av årsakene til forskjellen mellom alternativene.

3.1. Prosjektfaser – forutsetninger og delresultater

3.1.1. Referansebygg. Klimagassregnskap.no

Som referansebygg er det lagt til grunn et skolebygg som har et netto energibehov iht. minimumskrav i Forskrift om tekniske krav til byggverk.

Forutsetninger energibruk i drift - referanseberegning:

- Spesifikt netto energibehov [kWh/m² *år] tilsvarende rammekravet i teknisk forskrift
- 60 % av varmebehovet dekkes av varmepumpe (systemvirkningsgrad 2,25) og 40 % av elkjel (systemvirkningsgrad 0,86).
- Dersom kjølebehov: Kjølebehovet dekkes av lokale kjølemaskiner med en systemvirkningsgrad på 2,45.

Tabell 3.1: Oversikt over energibehov (ulike formål), energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for referansebygg

Referansebygg	Netto energibehov [kWh/m ² /år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
Elspesifikk energi	59	100 % el	6,0
Varme	64	60 % varmepumpe 40 % elkjel	4,7
Kjøling	0	100 % lokal kjøling	0
Sum	123	-	10,7

3.1.2. Referansebygg. Form som Rykkinn skole

Tabell 3.1b: Oversikt over energibehov (ulike formål), energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for referansebygg form som Rykkinn skole.

Ref. bygg. Form som Rykkinn skole	Netto energibehov [kWh/m ² /år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
Elspesifikk energi	59	100 % el	6,0
Varme	64	60 % varmepumpe 40 % elkjel	4,7
Kjøling	0	100 % lokal kjøling	
Sum	123	-	10,7

3.1.3. Prosjektert bygg

Det prosjekterte bygget er planlagt oppført som passivhus.

Byggets netto energibehov er beregnet ved hjelp av beregningsprogrammet simuleringsprogrammet SIMIEN versjon 5.022, se energibudsjett i tabell 3.2 Beregningene viser at byggets netto energibehov er redusert med ca. 40 % i forhold til rammekravet i teknisk forskrift.

De viktigste tiltakene for å redusere byggets energibehov har vært:

- Passivhus-standard
- Optimalisering av bygningskropp med tanke på materialmengde, U-verdi og tetthet.
- Effektiv varmepumpe som fra lokale brønner som skal dekke 80 til 90% av behovet for oppvarming og tappevann.
- Dagslysstyrt belysning
- Energimålere på alle energiposter som muliggjør god energioppfølging i driftsfasen

Tabell 3.2: Energibudsjett. Beregnet netto energibehov i henhold til NS 3031

Energibudsjett			
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov	
1a Romoppvarming	85759 kWh	11,6 kWh/m ²	
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	51193 kWh	6,9 kWh/m ²	
2 Varmt vann (tappevann)	74739 kWh	10,1 kWh/m ²	
3a Vifter	64307 kWh	8,7 kWh/m ²	
3b Pumper	31702 kWh	4,3 kWh/m ²	
4 Belysning	72596 kWh	9,8 kWh/m ²	
5 Teknisk utstyr	98332 kWh	13,3 kWh/m ²	
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²	
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	54746 kWh	7,4 kWh/m ²	
Totalt netto energibehov, sum 1-6	533374 kWh	71,9 kWh/m ²	

Energiforsyning

Rykkinn skole skal tilknyttes varmepumpe og energibrønner og tilfredsstiller kravet til energiforsyning i TEK 10, der det er et krav til at minimum 60 % av energiforsyningen til oppvarming, varmebatterier, ventilasjon og tappevann skal dekkes av annen energiforsyning enn direktevirkende elektrisitet eller fossile brennstoffer. 60 % av energibehovet på Rykkinn skole skal dekkes av varmepumpe med tilhørende energibrønner.

Varmeanlegget forsynes fra vann/væske varmepumpe med tilhørende energibrønner og ammoniakk som naturlig kuldemiddel. Hettgassvarmeveksler for tappevannsproduksjon. Varmeanlegget baserer seg på bruk av lavtemperert vannbårent system. Varmeanlegget er dimensjonert iht. passivhusstandard og tekniske forskrifter, men det er medtatt en overkapasitet slik at det er mulighet for å øke ca. 4°C. Spisslast og back up for varmepumpe, elektrokjel på 300 kW, er dimensjoner for 100% av varmebehovet. Anlegget vil betjene varme, ventilasjon og varmt forbruksvann.

Generelt benyttes omrøringsventilasjon som ventilasjonsprinsipp. Det etableres ni aggregater for skolen, hvorav egne systemer for mat og helse/storkjøkken, naturfag og kunst & håndverk. Disse aggregatene har motstrømsveksler som varmegjenvinner. Øvrige aggregat leveres med roterende varmegjenvinner. Det er valgt mindre aggregater for å optimalisere tilluftsmengde og driftstider for de enkelte soner.

Kjølebehov

Det etableres frikjøling mot energibrønnene slik at disse kan lades opp med mest mulig varme i løpet av sommerhalvåret. Det legges ikke opp til at varmepumpen kan benyttes til mekanisk kjøling. Det etableres egen veksler og kjølingskurs fra energisentralen for komfortkjøling til ventilasjonsaggregatene. Alle aggregatene utstyres med separate kjølebatterier.

Byggets beregnede klimagassutslipp som prosjektert er 5,4 kg CO₂-ekv/m²/år, se tabell 3.3. Dette utgjør en reduksjon på 50 % i forhold til referansebygget, der kg CO₂-ekv/m²/år var beregnet til 10,7.

Tabell 3.3: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for prosjektert bygg.

Prosjektert bygg	Netto energibehov [kWh/m ² /år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
Elspesifikk energi	36	100% el	3,8
Varme	30,7	60% varmepumpe 40% elkjel	1,5
Kjøling	7,4	100% lokal kjøling	0,1
Sum	74,1	-	5,4

3.1.4. «Som bygget»

Byggets beregnede energibehov er korrigert i henhold til byggeprosjektets utførelse.

Tabell 3.4: Energibudsjett. Beregnet netto energibehov i henhold til NS 3031

Energibudsjett		
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov
1a Romoppvarming	74578 kWh	10,1 kWh/m ²
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	49818 kWh	6,7 kWh/m ²
2 Varmtvann (tappevann)	74739 kWh	10,1 kWh/m ²
3a Vifter	64307 kWh	8,7 kWh/m ²
3b Pumper	31426 kWh	4,2 kWh/m ²
4 Belysning	72596 kWh	9,8 kWh/m ²
5 Teknisk utstyr	98332 kWh	13,3 kWh/m ²
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	54746 kWh	7,4 kWh/m ²
Totalt netto energibehov, sum 1-6	520542 kWh	70,2 kWh/m ²

Det er utført tetthetsmålinger og lekkasjetallet ble målt til 0,3. Kuldebroberegninger er utført av Norconsult og viser at bygget tilfredsstiller kravene til normalisert kuldebriverdi på 0,03W/m²K. Begge disse verdiene er benyttet i de reviderte «som bygget» energisimuleringene.

Byggets energibudsjett er noe redusert ift prosjektert. Reduksjonen ligger på varme og skyldes i hovedsak at input i energiberegningene har endret lekkasjetall fra 06 til 0,3 og oppdaterte g-verdier på solskjerming ihht leverandør, kombinert med noe redusert glassareal og substitusjon av noen alu/glassfasader med trevinduer.

SFP-faktoren er teoretisk beregnet til 1,45 kW/m³/s iht motstand i ventilasjonsaggregatet og føringer, og gjenspeiler en gjennomsnittlig verdi for vifteeffekten.

Tabell 3.5: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for prosjektet «som bygget»

Som bygget	Netto energibehov [kWh/m ² /år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [Kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
Elspesifikk energi	36	100% el	3,8
Varme	26,9	60% varmepumpe 40% elkjel	1,4
Kjøling	7,4	100% lokal kjøling	0,1
Sum	70,3	-	5,3

3.1.5. «i Drift»

Rykkinn skole ble tatt i bruk 05.08.16 og har vært i full drift siden da. Tabell 3.6 gjengir den reelle driftstiden som bygget har vært i bruk. Det har kontinuerlig blitt logget energiforbruk gjennom de to første driftsårene. Ref tabell 3.7 og 3.8 for hhv 2017 og 2018.

Tabell 3.6 angir den reelle driftstiden på Rykkinn skole gjennom de første driftsårene

Rom/sone	BRA [m ²]	Volum [m ³]	Driftstid				Vektet [h/dag] 5 dager/uke, 44 uker
			Hverdag [h/år]	Kveld [h/år]	Helg [h/år]	Totalt [h/år]	
Flerbrukshall	1 193	6 407	2 200	1 100	200	3 500	15,9
Forsamlingssal	228	1 680	2 200	440	60	2 700	12,3
Musikkrom	81	292	2 200	660	-	2 860	13,0
Trinnområde 1.etg.	423	1 523	2 200	60	-	2 260	10,3
Mat og helse	79	285	2 200	30	60	2 290	10,4
Kunst og håndverk	162	583	2 200	30	-	2 230	10,1
Vestibyle og korridor	175	908	2 200	1 100	200	3 500	15,9
Resterende arealer	5 074	18 266	2 200	-	-	2 200	10,0
SUM/SNITT (VEKTET)	7 415	29 944					11,22

Tabell 3.7 angir reelle energidata for 2017

Energioppfølging

Rykkinn skole 2017

Arealsom benyttes i

strømregnskapet 7235 m2

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Alle tall kWh

	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Faktisk Direkte el kjøpt	5076 3	4051 2	4824 3	4337 8	4526 2	4112 0	2856 0	4090 3	4694 5	4839 3	4636 2	4648 0
Faktisk Belysning	7701	6087	7824	5876	6622	5614	1410	5700	5700	7579	8255	6703
Faktisk Ventilasjon	5563	4761	5533	5132	5339	5815	2759	5703	5703	5703	5014	4450
Faktisk Varmtvann VVB	1581	919	3389	4348	5815	5223	2009	4729	4729	4730	2947	1834
Faktisk El kjel	4232	643	5775	6277	1098 8	9860	8465	1237 0	1237 0	1237 0	1043	547
Faktisk El til VP	1325 0	1208 9	8951	6826	1748	433	407	1921	1921	1921	1105 6	1399 5
Faktisk Produsert varme VP	4847 5	4487 0	3037 6	2053 1	3667	2	3	0	0	1419 7	3746 3	5035 7
Faktisk SCOP VP	3,7	3,7	3,4	3,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	3,4	3,6
Faktisk El til oppvarming	1748 2	1273 2	1472 6	1310 3	1273 6	1029 3	8872	1429 1	1429 1	1429 1	1209 9	1454 2
Faktisk Andel el til oppvarming	34 %	31 %	31 %	30 %	28 %	25 %	31 %	35 %	30 %	30 %	26 %	31 %
Faktisk levert energi ink VP	9923 8	8538 2	7861 9	6390 9	4892 9	4112 2	2856 3	4090 3	4694 5	6259 0	8382 5	9683 7

Tabell 3.8 angir reelle energidata for 2018

Energioppfølging		Akkumulert	
Rykkinn skole	2018	direkte el kjøpt	48704
Arealsom benyttes i		2018	3
strømregnskapet	7235 m2		

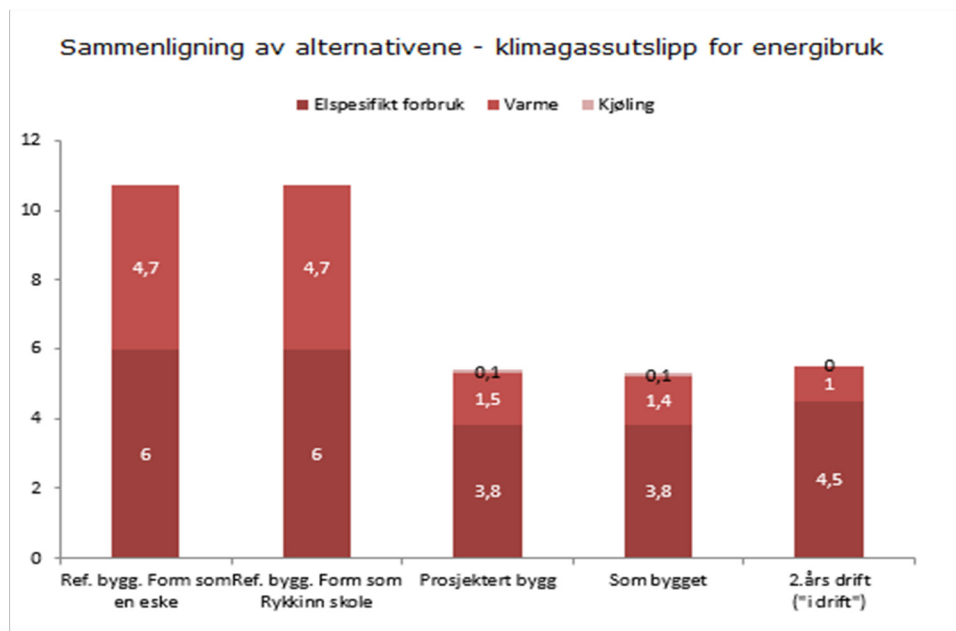
Alle tall kWh

	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Faktisk Direkte el kjøpt	4933 8	4522 1	5071 5	4536 7	3580 4	3277 9	1932 2	3150 0	4100 8	4096 1	4597 2	49056
Faktisk Belysning	7764	6051	6643	6734	5555	5658	1787	4508	7057	6730	7883	6512
Faktisk Ventilasjon	4795	4202	4538	4912	5549	6444	3169	6854	5653	5140	5300	5052
Faktisk Varmtvann VVB	2558	2747	4635	6860	5006	5802	1286	2895	6303	4575	5459	1957
Faktisk El kjel	376	1065	4316	6612	3937	97	32	2586	6091	6631	133	3805
Faktisk El til VP	1388 2	1347 1	1259 6	4734	1247	501	516	520	1173	4985	1045 5	13408
Faktisk Produsert varme VP	4983 2	4942 9	4447 1	1528 6	2921	44	22	51	2531	1679 9	3717 2	49446
Faktisk SCOP VP	3,6	3,7	3,5	3,2	2,3	0,1	0,0	0,1	2,2	3,4	3,6	3,7
Faktisk El til oppvarming	1425 8	1453 6	1691 2	1134 6	5184	598	548	3106	7264	1161 6	1058 8	17213
Faktisk Andel el til oppvarming	29 %	32 %	33 %	25 %	14 %	2 %	3 %	10 %	18 %	28 %	23 %	35 %
Faktisk levert energi ink VP	9917 0	9465 0	9518 6	6065 3	3872 5	3282 3	1934 4	3155 1	4353 9	5776 0	8314 4	98502

Som bygget	Netto energibehov [kWh/m ² /år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [Kg CO ₂ -ekv/m ² /år]
El-spesifikk energi	67,3	100% elektrisitet	5,5
Hvorav levert Varme utgjør	42	88% varmepumpe 12% elkjel	1,0

Energibudsjett			
Energipost	Energibehov	Spesifikt energibehov	
1a Romoppvarming	74578 kWh	10,1 kWh/m ²	
1b Ventilasjonsvarme (varmebatterier)	49818 kWh	6,7 kWh/m ²	
2 Varmtvann (tappevann)	74739 kWh	10,1 kWh/m ²	
3a Vifter	64307 kWh	8,7 kWh/m ²	
3b Pumper	31426 kWh	4,2 kWh/m ²	
4 Belysning	72596 kWh	9,8 kWh/m ²	
5 Teknisk utstyr	98332 kWh	13,3 kWh/m ²	
6a Romkjøling	0 kWh	0,0 kWh/m ²	
6b Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	54746 kWh	7,4 kWh/m ²	
Totalt netto energibehov, sum 1-6	520542 kWh	70,2 kWh/m ²	

3.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra stasjonær energibruk



Figur 3.1: Beregnede klimagassutslipp for energi, fordelt på formål; varme, kjøling og elspesifikt.

Tabell 3.8: Fordeling av klimagassutslipp pr. energikategori for ulike prosjektfaser:

	Ref. bygg. Klimagass- regnskap.no	Ref. bygg. Form som Rykkinn skole	Prosjektert bygg		Som bygget		I drift	
	kg CO ₂ -ekv. /m ² /år	kg CO ₂ -ekv. /m ² /år	kg CO ₂ - ekv. /m ² /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./år	% red saml. med ref
Elspesifikk energi	6	6	3,8	3,8	3,8	37%	4,5	25%
Varme	4,7	4,7	1,5	1,4	1,4	70%	1	77%
Kjøling			0,1	0,1	0,1	-	0	0
Total	10,7	10,7	5,4	50%	5,3	50%	5,5	49%

Tabell 3.9: Fordeling av klimagassutslipp pr. person pr. energikategori for ulike prosjektfaser:

	Ref. bygg. Klimagass- regnskap.no	Ref. bygg. Form som Rykkinn skole	Prosjektert bygg		Som bygget		I drift	
		kg CO ₂ - ekv./ person /år	kg CO ₂ - ekv./m ² /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./ person/år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./ person/år	% red saml. med ref
Elspesifikk energi	64,0	64,0	40,5	40,5	40,5	37%	48	25%
Varme	50,1	50,1	16,0	14,9	14,9	70%	10,7	79%
Kjøling			1,1	1,1	1,1	-	0	-
Total	114,2	114,2	57,6	50%	56,5	50%	58,7	49%

Klimagassreduksjonen er 50% fra referansebygget til *prosjekt bygg* og *Som bygget*, hvorav hovedårsaken til nedgang i klimagassutslipp er grunnet bruk av en effektiv varmepumpe, passivhus-standard, energibrønner og lav SFP-faktor.

4. MATERIALER

I dette kapitlet er det først redegjort for forutsetninger, grunnlag og resultater av de ulike beregningsalternativene, deretter sammenlignes alternativene og det gis en kort forklaring av årsakene til forskjellen mellom alternativene.

4.1. Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

4.1.1. Referansebygg. Klimagassregnskap.no

Referansebygget er generert fra tidligfasemodulen til klimagassregnskap.no. Følgende størrelser er lagt til grunn:

- BYA: 3300 m²
- BTA: 7991 m²
- BTK: 748 m²

Tabell 4.1: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for referansebygg.

Bygningsdel	Oppbygging (hovedelementer)	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Betong og armering	1,8	33 %
Bæresystemer	Stål og hulldekker	0,4	7 %
Isolasjon	Isolasjon og EPS, ink tak og grunn	Medtatt i øvrige bygningsdeler	0 %
Yttervegger	Treverk og fasadematerialer, ink glassfasade og vindu	0,5	9 %
Innervegg	Gips og innvendig konstruksjonsvirke	0,9	16 %
Dekker	Materialbruk himlinger og gulv	1,4	25 %
Yttertak	Papp	0,5	9 %
Trapper og balkonger	Inkludert i beregninger på bæresystemer	Inkludert i bæresystemer	Inkludert i bæresystemer

Grunn og fundamenter, bæresystemer og isolasjon står for den største andelen av utslipp. Dette inkluderer primært materialer som betong, armering, stål, hulldekker og isolasjon. Det er også disse materialene vi i størst grad har hatt fokus på å oppnå CO₂-reduserende tiltak.

4.1.2. Referansebygg. Form som Rykkinn skole

Referansebygget er generert fra tidligfasemodulen til klimagassregnskap.no. På dette referansebygget er materialforbruket tilpasset form og fasong på Rykkinn skole. På grunn av dagslyskrav og designkriterier i byggeprogrammet vil skolen ha vesentlig mer bygningsmasse enn det eskeformede referansebygget i klimagassregnskap.no (ovenfor).

Alle utregninger av differanser mellom referansebygget og den prosjekterte bygningen benytter dette referansebygget.

Tabell 4.1.2: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for referansebygg- form som Rykkinn skole

Bygningsdel	Oppbygging	Klimagassutslipp [kg CO ₂ - ekv/m ² /år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Betong og armering	1,7	22 %
Bæresystemer	Stål og hulldekker	2,2	28 %
Isolasjon	Isolasjon og EPS, ink tak og grunn	1,4	18 %
Yttervegger	Treverk og fasadematerialer, ink glassfasade og vindu	0,8	10 %
Innervegg	Gips og innvendig konstruksjonsvirke	0,8	10 %
Dekker	Materialbruk himlinger og gulv	0,9	11 %
Yttertak	Papp	0,1	1 %
Trapper og balkonger	Inkludert i beregninger på bæresystemer		Inkludert i bæresystemer
Sum		7,9	

4.1.3. Prosjektet bygg

Prosjektet bygg i forhold til referansebygg

Det prosjekterte bygget avviker ikke vesentlig fra referansebygget. På grunn av byggeprogrammet med krav til designkriterier og dagslysforhold vil det prosjekterte bygget ha en vesentlig høyere bygningsmasse i forhold til et referansebygg i klimagassregnskap.no. For materialbiten har vi derfor valgt å lage et tilpasset referansebygg med lik form og fasong som Rykkinn skole. For transport og energi benyttes verdiene i referansebygget fra klimagassregnskap.no.

Tiltak som har blitt vurdert – gjennomførte og forkastede tiltak

All betong til bygget er levert som lavkarbonbetong. All armering er basert på 100% resirkulert stål. Konstruktivt stål er benyttet med så høy resirkuleringsgrad som mulig. I tillegg har vi fokusert på slanke konstruksjoner for å redusere totalt materialbruk.

I byggeprogrammet var det beskrevet fasadematerialer i tegl. Det ble levert et forslag om å erstatte tegl med robust trefasade, men oppdragsgiver ønsket å opprettholde teglfasaden med tanke på robusthet og levetid. Det ble imidlertid enighet om trefasade på deler av fasaden som ikke blir utsatt for mekanisk påkjenning.

Programvare/metodikk for klimagassberegningene

Vi har benyttet oss av klimagassregnskap.no sine generiske verdier for å tilpasse referansebygget med tanke på materialbruk. Excel er benyttet for å sammenligne verdiene fra referansebygget opp imot verdiene for det prosjekterte bygget. For transport og energi er klimagassregnskap.no benyttet.

Innhentede utslippsdata

Vi har hentet en stor del av utslippsdataene våre fra EPDer fra våre leverandører. I tillegg har vi benyttet oss av noen generiske verdier fra klimagassregnskap.no for å finne utslippsverdiene for enkelte materialer vi ikke kunne oppdrive en EPD av tilfredsstillende kvalitet.

Tabell 4.2: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for prosjektert bygg.

Bygningsdel	Oppbygging	Klimagassutslipp [kg CO ₂ - ekv/m ² /år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Betong og armering	0,9	17 %
Bæresystemer	Stål og hulldekker	1,7	32 %
Isolasjon	Isolasjon og EPS, ink tak og grunn	0,5	9 %
Yttervegger	Treverk og fasadematerialer, ink glassfasade og vindu	0,8	15 %
Innervegg	Gips og innvendig konstruksjonsvirke	0,5	9 %
Dekker	Materialbruk himlinger og gulv	0,9	17 %
Yttertak	Papp	0,03	1 %
Trapper og balkonger	Inkludert i beregninger på bæresystemer	Inkludert i bæresystemer	0 %
Sum		5,3	

4.1.4. «Som bygget»

Rykkinn skole ble ferdigstilt Juli 2016 og umiddelbart tatt bruk ved overlevering 01.08.16.

Grunn og fundament: Det er benyttet lavkarbonbetong kl.B i plasstøpte konstruksjoner. All armering som er benyttet er basert på 100% gjenvunnet stål. Vi har hentet inn EPD fra hhv unicon og Celca.

Bæresystemer; Alle prefabrikkerte betongelementer er støpt med lavkarbon kl.B betong. For stålbeiringen ble det påsett at så stor andel av stålet som mulig av levert stål baserte seg på 100% skrapjern. Alle søyler på skolen er levert med resirkulert stål mens bjelker er basert på jomfruelig stål. Det er innhentet EPD fra Spenncon. For stålleveransen er det innhentet EPD fra Norsk stålforbund, men verdier fra klimagassregnskap.no ligger til grunn i klimagassregnskapet.

Isolasjon: Yttervegger ble optimalisert og slanket fra 350mm til 300mm og det ble benyttet isolasjon basert på glassull fremfor steinull. I samråd med RIB og RIBfy ble mengden isolasjon i grunn redusert med 14% samt at nær 80% av prosjektert XPS ble erstattet med EPS.

Yttervegger: Det er redusert noe på omfanget av tegl på fasaden og erstattet dette med trepanel. EPD på tegl er innhentet fra Wienerberger. Av planlagte fasader i glass og aluminium ble nær 60% av disse erstattet med klimavegg og trevinduer. Det er innhentet EPD fra Lian for vinduer.

Innervegger: Det er innhentet EPD fra Norgips som har en lengre levetid enn referansebygget. Det ble også gjort en substitusjon i kjeller der erstattet alle planlagt lecavegger med y tong. Dt er innhentet EPD fra Xella

Yttertak: Det er benyttet et lags Derbigum. EPD innhentet fra Bitumen Waterproofing association

Tabell 4.3: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for bygget slik det ble oppført.

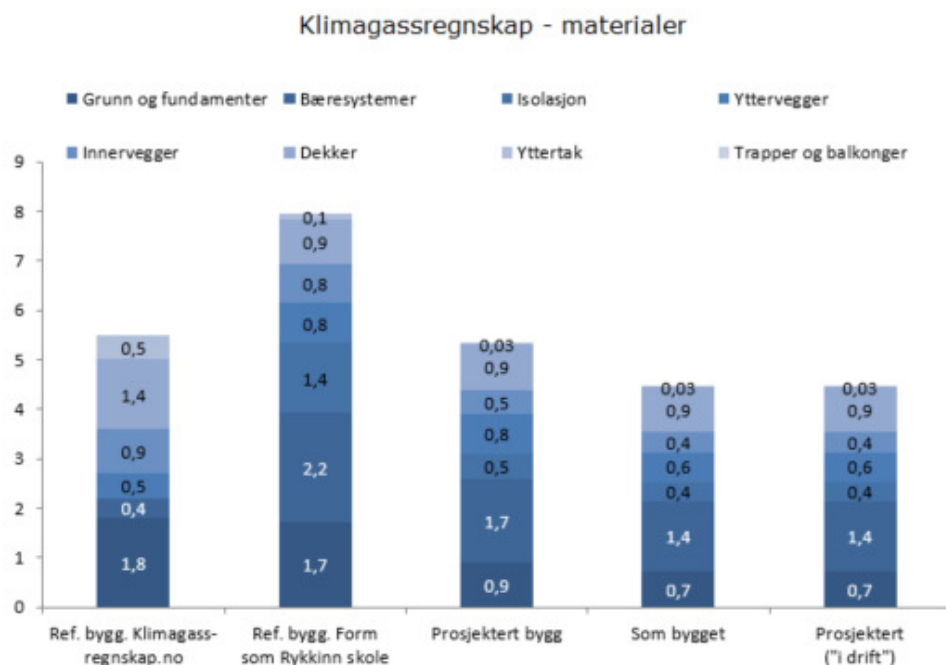
Bygningsdel	Oppbygging	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Betong og armering	0,7	17 %
Bæresystemer	Stål og hulldekker	1,4	31 %
Isolasjon	Isolasjon og EPS, ink tak og grunn	0,4	9 %
Yttervegger	Treverk og fasadematerialer, ink glassfasade og vindu	0,6	13 %
Innervegg	Gips og innvendig konstruksjonsvirke	0,4	9 %
Dekker	Materialbruk himlinger og gulv	0,9	20 %
Yttertak	Papp	0,03	1 %
Trapper og balkonger	Inkludert i beregninger på bæresystemer	Inkludert i bæresystemer	0 %
Sum		4,5	

4.1.5. «I drift» (etter 2 år)

For materialbruk vil klimagassutslipp «i drift» være det samme som «som bygget»

4.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra materialbruk

Beregningene viser at for prosjektet sammenlignet med referanseberegningen oppnås utslippsreduksjoner på 32 % for prosjektert og 43% for som bygget. Det er ingen endringer i materialbruk fra "som bygget" til "i drift".



Figur 5.1: Fordeling av klimagassutslipp pr konstruksjon for de enkelte prosjektfasene

Tabell 5.4: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel for ulike prosjektfaser:

	Ref. bygg. Klimagass- regnskap.no	Ref. bygg. Form som Rykkinn skole	Prosjektert bygg		"Som bygget"	
	kg CO ₂ - ekv./m ² /å	kg CO ₂ - ekv./m ² /år	kg CO ₂ - ekv./m ² /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./m ² /år	% red saml. med ref
Grunn og fundamenter	1,8	1,7	0,9	48 %	0,7	57 %
Bæresystemer	0,4	2,2	1,7	23 %	1,4	37 %
Isolasjon	Medtatt i øvrige poster	1,4	0,5	65 %	0,4	72 %
Yttervegger	0,5	0,8	0,8	0 %	0,6	25 %
Innervegg	0,9	0,8	0,5	38 %	0,4	50 %
Dekker	1,4	0,9	0,9	0 %	0,9	0 %
Yttertak	0,5	0,1	0,03	70 %	0,03	70 %
Trapper og balkonger	Inkludert i bæresystemer	Inkludert i bæresystemer	Inkludert i bæresystemer		Inkludert i bæresystemer	
Total	5,5	7,9	5,3	32 %	4,5	43 %

Tabell 5.5: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel pr. person for ulike prosjektfaser. Det gjøres oppmerksom på at posten isolasjon er medtatt i de øvrige postene for referansebygg fra klimagassregnskap.no

	Ref. bygg. Klimagassregnskap.no	Ref. bygg. Form som Rykkinn skole	Prosjektert bygg		"Som bygget"	
		kg CO ₂ -ekv./ person/år	kg CO ₂ -ekv./ person/år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./ person/år	% red saml. med ref
Grunn og fundamenter	19,2	18,4	9,6	48 %	7,9	57 %
Bæresystemer	4,3	23,6	18,1	23 %	14,9	37 %
Isolasjon	Medtatt i øvrige poster	15,0	5,3	65 %	4,3	72 %
Yttervegger	5,3	8,5	8,5	0 %	6,4	25 %
Innervegg	9,6	8,5	5,3	38 %	4,3	50 %
Dekker	14,9	9,6	9,6	0 %	9,6	0 %
Yttertak	5,3	1,1	0,3	70 %	0,3	70 %
Trapper og balkonger	Inkludert i bæresystemer	Inkludert i bæresystemer	Inkludert i bæresystemer		Inkludert i bæresystemer	
Total	58,7	84,7	56,9	32 %	47,7	43 %

Hovedårsaker til forbedringer/forverring

Det største bidraget av klimagassutslipp i referansebygget var grunn, bærekonstruksjon og isolasjon samlet. Vi har hatt stort fokus på å vurdere substitusjon av materialer og optimalisering av bygningskroppen gjennom hele prosjektet. Ved å redusere tykkelsen på bunnplata, benytte lavkarbonbetong og samtidig utfordre RIB og RIBbyggfys til å analysere den korrekte mengden og typen isolasjon totalt i bygget, klarte vi både å redusere tykkelse på yttervegg samt substituere nesten 80% tenkt XPS i prosjektet.

For øvrige bygningsdeler har vi aktivt søkt produkter hvor det kan fremlegges EPD fra leverandører. Samlet har dette redusert i at vi har klart å redusere utslippet med 43% ift referansebygget.

5. TRANSPORT

5.1. Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

For transportberegningen ved Rykkinn skole er det benyttet tall fra lokal reisevaneundersøkelse utført ved Rykkinn skole for alle tre faser av bygget. Det var opprinnelig 5 p-plasser, hvorav 2 HC plasser, tilknyttet den eksisterende skolen. Disse er programmert opprettholdt i nytt bygg. Videre er tilgangen på parkeringsplasser i nærområdet uforandret.

Den eksisterende skolen inneholdt klassetrinnene 1. til 5. klasse mens resterende elever gikk på Gommerud skole som ligger i umiddelbar nærhet.

Selv om skolen i dag rommer elever fra 1. til 7 klasse, er nedslagsfeltet for skolekretsen lik tidligere og svært liten – ca en 1 km i radius. Det er foretatt en reisevaneundersøkelse for elvene fra 1. til 7. trinn på tidligere Rykkinn skole og Gommerud skole, som viser at 85% av elevene gikk eller syklet til skolen. Da eksisterende ferdselsmønster er opprettholdt, transporttilbudet forblir det samme og brukermassen er uendret for skolen, forblir dette bildet tilnærmet uendret også etter at den nye skolen tas i bruk.

Skulle man benyttet standardverdier i klimagassregnskap.no for beregning av transportutslipp, ville utslippet vært mer en femdoblet og klimagassreduksjonen fiktiv. Veidekke mener tallene fra den lokale reisevaneundersøkelsen er det som gir det mest realistiske bildet på referanseverdier.

En evt reduksjon ifm transport kan i fremtiden komme dersom den nye Kolsåsbanen etablerer seg med t-banestopp i nærheten av skolen.

5.1.1. Referansebygg. Form som Rykkinn skole

Hvis det er flere bygg, eller flere formål lokalisert i ett bygg, må hvert bygg beskrives for seg da de vil ha ulike forutsetninger om antall ansatte, bosatte, andre brukere samt resulterende transportmiddelfordeling (for prosjektert, som bygget og i drift)

Forutsetninger:

- Personell ved Rykkinn skole skal utgjøre 45 årsverk, ca. 60 ansatte
- Ca. 650 elever skal gå på skolen.
- Ca. 150 andre brukere på kveldstid

Tallene i klimagassregnskap er et resultat av standardverdiene for kontorbygg, i tillegg til tall hentet fra en reisevaneundersøkelse fra Bærum kommune. Tabellen nedenfor viser tallene fra reisevaneundersøkelsen.

	Reiseformidling	Gang-sykel	Kollektivt	Bil
Elever	Andel elever i prosent (%)	85	0,5	14,5
	Gjennomsnittlig avstand (km)	0,5	2	2,5
Ansatte	Andel ansatte i prosent (%)	25	5	70
	Gjennomsnittlig reiselengde (km)	0,5	7	14
	Antall personer pr. bil			1
Brukere kveldstid	Andel ansatte i prosent (%)	45	5	50
	Gjennomsnittlig reiselengde (km)	1	2	2,5
	Antall personer pr. bil			1,6

Tabell 5.3: Transportmiddelfordeling for referansebygg.

Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	25%	5%	70%
Tjeneste	7%	18%	75%
Innkjøp og service	24%	11%	65%
Annet	23%	18%	59%

Tabell 5.4: Klimagassutslipp fra transport, fordelt på transportmidler, for referansebygg.

Klimagassutslipp	kg CO2-ekv/m ² /år
Bil	4,1
Kollektiv – buss	0,1
Kollektiv – skinnegående	-
Varetransport	1,1
Sum	5,2

5.1.2. Prosjektet bygg og som bygget

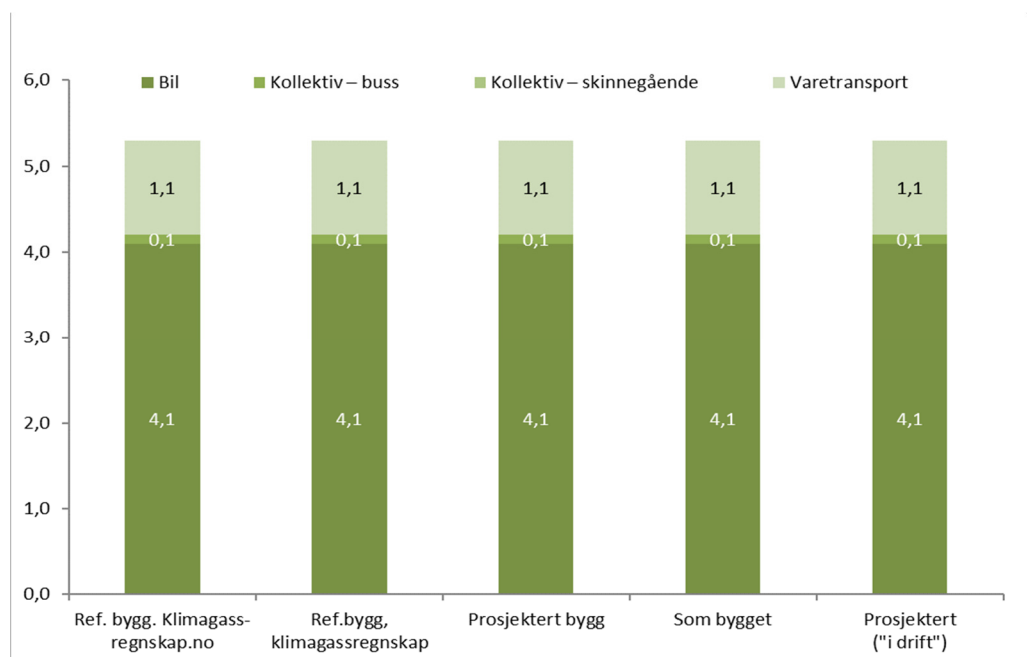
Det er ingen endringer i forutsetningene eller resultat rundt transportberegningen til prosjektet bygg og som bygget. Ref kapittel 5.1. Beregningsalternativer.

5.1.3. «I drift»

Etter dialog med skolen er det ingen endringer i forhold til antall ansatte eller elever siden RVU ble gjennomført ref kap 5.1. Beregningsalternativer. Nedslagsfeltet til skolekretsen ligger i radius ca 700m fra skolen og det er ingen endrede kollektivtilbud hverken skinnegående eller kjørende. Det er derfor benyttet samme tall for «i drift» etter 2 år som øvrig i rapporten.

5.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport

Beregningen viser at det ikke er oppnådd en reduksjon av klimagassutslipp ved de tiltak som er gjennomført for transport.



Figur 11: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport.

Tabell 5.7: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport

	Referansebygg. Klimagassregnskap.no	Referansebygg. Form som Rykkinn skole		Prosjektert bygg		"Som bygget"		"i drift"	
	kg CO ₂ -ekv. /m ² /år	kg CO ₂ -ekv. /m ² /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv. /m ² /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv. /m ² /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv. /m ² /år	% red saml. med ref
Bil	4,1	4,1	0	4,1	0	4,1	0	4,1	0
Kollektiv – buss	0,1	0,1	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0
Kollektiv – skinnegående	0,0	0,0	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0
Varetransport	1,1	1,1	0	1,1	0	1,1	0	1,1	0
Sum	5,2	5,2	0	5,2	0	5,2	0	5,2	0

Tabell 5.8: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport

	Referansebygg. Klimagassregnskap.no	Referansebygg. Form som Rykkinn skole		Prosjektert bygg		"Som bygget"		"i drift"	
	kg CO ₂ -ekv. /m ² /år	kg CO ₂ - ekv. /m ² /år år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv. /m ² /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv. /m ² /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ - ekv./m ² /år	% red saml. med ref
Bil	43,7	43,7	0	43,7	0	43,7	0	43,7	0
Kollektiv – buss	1,1	1,1	0	1,1	0	1,1	0	1,1	0
Kollektiv – skinnegående	0,0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Varetransport	11,7	11,7	0	11,7	0	11,7	0	11,7	0
Sum	56,5	56,5	0	56,5	0	56,5	0	56,5	0

VEDLEGG

Vedlegg 1: Underlag beregninger for energi

Vedlegg 2: Underlag beregninger for materialer

Vedlegg 3: Underlag beregninger for transport

Vedlegg 4: Logg energiblokk 2017 og 1018

Vedlegg 1: Underlag beregninger for energi

Veidekke Entreprenør AS
Skabosvei 4
0214 Oslo

Att.: Lars Forberg

Oppdragsbeskrivelse

Denne rapporten gjelder Rykkin skole, Rykkin, ved status ferdigbygg.

Bygningen er oppført i 2014-2016, og byggemeldt som Øvrige bygninger etter TEK10 i følge oppdragsgiver.

Trykktesting og termografering ved undertrykk ble utført for å kontrollere om bygningen tilfredsstiller gjeldende krav i byggeforskriftene.

Bygningsbeskrivelse

Skolebygg over tre etasjer med flerbrukshall. Bærende konstruksjoner i stål og hulldekker. Utfyllt bindingsverk med forblending av tegl.

Forskriftskrav

Henviser til TEK10 § 14-3 og NS3700:2010 pkt.5 angående gjeldende luftvekslingstall.

Kravene gjelder ved trykkforskjell på 50 Pa (n50) mellom ute og inne.

Passivhus $n_{50} \leq 0,6$ luftvekslinger per time.

Denne bygningen defineres som Øvrige bygninger med krav ikke over $n_{50} = 0,6$ luftvekslinger per time.

Luftvekslingstall angir forholdet mellom målt lekkasjeluft dividert på innvendig volum.

Volum som er benyttet i denne testen er 29944 m³. Volumet er fra energiberegning mottatt fra oppdragsgiver.

Resultat

Det ble ved undertrykk målt et luftvekslingstall ved **n50: 0,3** luftvekslinger per time.

Det ble i forbindelse med termograferingen funnet en del luftlekkasjer i forbindelse med glass-pakning på vinduer.

Det ble også funnet noen luftlekkasjer i veggkonstruksjon og overgang vegg-himling i flerbrukshall.

Se vedlagt rapport og måleprotokoll for ytterligere detaljer.

Konklusjon

Basert på ovennevnte forskriftskrav tilfredsstiller måleresultatet gitt grenseverdi i § 14-3 og NS3700.

Det er påvist partielle lufthastigheter som overstiger anbefalingene i byggdetaljblad 421.501.

Ta gjerne kontakt med oss ved eventuelle spørsmål.

Vi takker for oppdraget og står gjerne til tjeneste ved en senere anledning.

Med vennlig hilsen

Omega Energi AS



BYGGTERMOGRAFI
SERTIFISERT IHT DNV GLs FAGLIGE
RAMMEVERK FOR BYGGTERMOGRAFI

Eirik Kahrs

Sertifisert byggttermografør DNVGL-2015-OSL 1-1057144116

Termografirapport ferdigbygg av Rykkinn skole, 1349 Rykkinn



Oppdragsinformasjon

Inspeksjon utført dato:	15.04.2016 i tidsrommet 08.00-16.00
--------------------------------	-------------------------------------

Avtalenummer:	699:14796		
Kunde:	Veidekke Entreprenør AS		
Adresse:	Skabosvei 4		
Poststed:	0214 Oslo		
Kontaktperson:	Lars Forberg		
Kontrollsted:	Valkyrieveien 25, 1349 Rykkinn		
Type bygning:	Skolebygg		
Byggemeldt som:	Øvrige bygninger		
Byggeår:	2014-2016	Volum:	29944 m ³

Informasjon**Generell informasjon****Tetthetstest – metode****Tetthetstest – metode**

Tetthetstesten er utført etter:

- NS-EN ISO 9972:2015 "Bestemmelser av bygningers luftlekkasje", Metode 2.
- Bygghetningsblad 720.035, "Måling av bygningers luftlekkasje. Trykkmetoden.
- Bygghetningsblad 474.621 Framgangsmåte ved luftlekkasjemåling av bygninger.

Rapporten er utarbeidet etter punkt 7 – i ovennevnte standard NS-EN 9972:2015.

¹ Merknad pkt 5.2 Måling i tidlig vindtett fase.

Merknad pkt. 44 Beregning av innvendig volum.

Innvendig volum², V , (m^3), er volumet av luft inne i den målte bygningen eller i en del av bygningen.

Innvendig volum beregnes som luftvolum, over oppvarmet del av bruksareal BRA etter NS 3940, målt mellom gulvets overkant og underkant av overliggende dekkekonstruksjon. Ved nedforet himling skal volumet mellom nedforet himling og overliggende dekkekonstruksjon ikke trekkes fra. Volum som er opptatt av innvendig etasjeskiller, skal ikke tas med.

² Merknad: Henvisning NS 3031: 2007+A1:2011 Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data

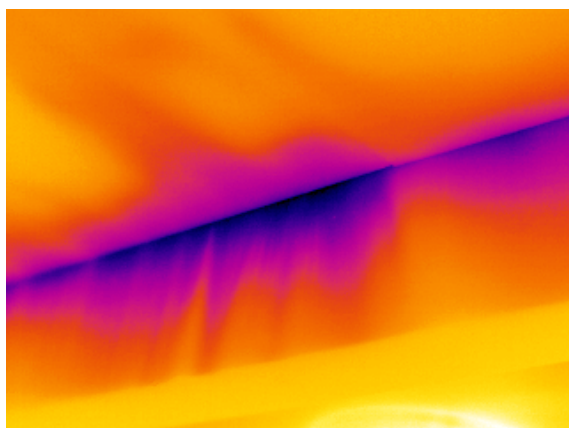
Merknad pkt 3.1.23 Oppvarmet luftvolum.

Bygghetningsblad 421.501 er lagt til grunn for å fastsette maksimal anbefalt hastighet på luften i luftlekkasjepunktene. Her defineres oppholdssonen i et rom som inntil 60cm fra yttervegg.

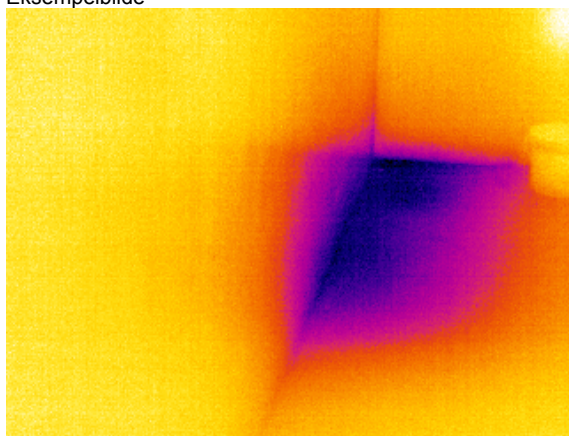
I denne sonen bør ikke lufthastigheten overstige 0,15 m/s. Erfaringstall viser at lufthastigheter på 1,2 m/s ved 50 Pa undertrykk målt i lekkasjepunktet, tilsvarer 0,15 m/s målt i oppholdssonen ved normale driftsforhold i bygningen (ved undertrykk). Alle lufthastigheter er målt i og inntil 5 cm fra lekkasjepunktet.

Termografering - metode

Termograferingen er utført etter NS-EN 13187 "Kvalitativ metode for å oppdage termiske uregelmessigheter i bygningers klimaskjermer". Rapporten er utarbeidet etter Metode B (punkt 7.2).

Informasjon

Eksempelbilde



Eksempelbilde

Øverste IR-bilde viser luftlekkasjer.

Luftlekkasjer fremstår som "tunger" på termogrammene (IR-bilde).

Nederste IR-bilde viser nedkjølte flater.

Nedkjølte flater har tydeligere avgrensning mot normal konstruksjon.

IR-bildene (termogrammene) viser objektets overflatetemperatur. Temperaturforskjellen vises ved fargeforskjeller.

Temperaturskalaen viser hvilken temperatur fargene representerer. Hvert IR-bilde har sin unike temperaturskala.

(Lik farge viser ikke den samme temperaturen på to forskjellige IR-bilder).

IR-bildene (termogrammene) viser overflatetemperatur. Temperatur og fargeskalaen til høyre for IR-bildene, er unike for hvert IR-bilde og viser sammenhengen mellom temperatur og farge.

På termogrammene i rapporten er det avmerket to sirkler angitt som Ar1 og Ar2.

Målt verdi i Ar1 viser høyeste målte temperatur i arealet Ar1 og målt verdi i område Ar2 viser laveste målte temperatur i arealet Ar2.

Arealet for Ar1 er et valgt område som indikerer en god referansetemperatur.

Arealet for Ar2 viser et avvik fra referansetemperaturen i dette avgrensede bygningsmessige området.

Det anbefales at rapporten fremlegges for bygningskyndige fagpersoner før eventuelle tiltak iverksettes.

© Omega Energi AS

Denne rapport er kundens juridiske eiendom og kan kun brukes av kunden til privat bruk eller i forbindelse med prosjekt tilknyttet kontrollstedet. Materialet i rapporten er vernet etter Åndsverkloven. Uten uttrykkelig samtykke er eksemplarframstilling (utskrift og kopiering) av hele eller deler av rapporten bare tillatt når det er hjemlet i ovennevnte lov (kopiering til privat bruk, sitat, og lignende) eller etter skriftlig avtale med Omega Energi AS. Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatnings- og straffeansvar.

Omega Energi AS

Hovedkontor: Tlf.: 33 34 99 80

E-post / internett

www.omegaenergi.no

post@omegaenergi.no

Måleutstyr

Termografikamera:	Flir B335	Neste kalibrering Januar 2017
Trykkutstyr:	Digital Gauge DG-700E	Neste kalibrering Juli 2017
Vindhastighetsmåler:	TSI Velocicalc 9535-A	Ny August 2014
Temperaturmåler:	Thermometer Elma	Ny August 2013

Omgivelser

Trykkforhold:	-50 Pa (Le- og Lovartside)	Ved termografering
Vind/værforhold:	1 m/s	
Utetemperatur:	6 °C	Ved termograferingens begynnelse
Utetemperatur	6 °C	Ved termograferingens slutt
Innetemperatur:	20 °C	Ved termograferingens begynnelse
Innetemperatur:	20 °C	Ved termograferingens slutt
Innvendig volum:	29944 m ³	
Type oppvarming:	Vannbåren.	
Type ventilasjon:	Balansert.	
Kontrollerte bygningsdeler:	Klimaskjerm.	

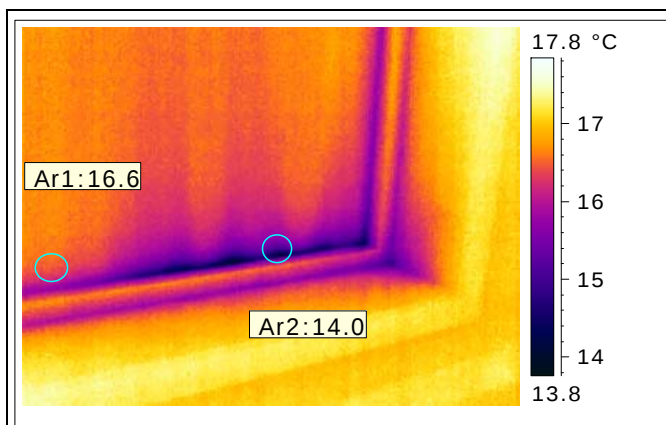
Termografør

Termografør:	Eirik Kahrs
Termografør e-post:	eirik@omegaenergi.no
Termografør telefon:	950 70 167
DNV-sertifikat nr.:	DNVGL-2015-OSL 1-1057144116

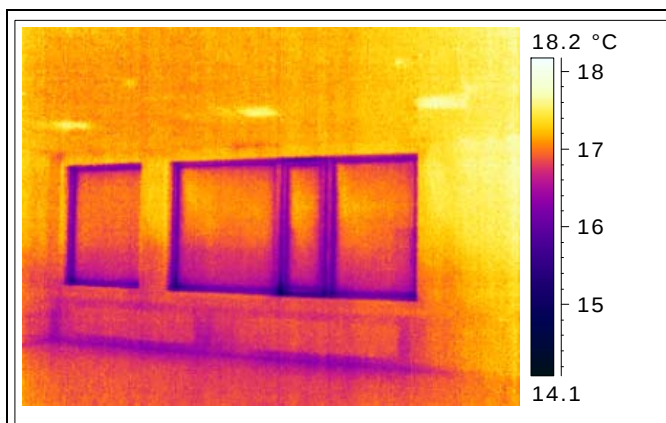
Rapportdato:	26.04.2016.
---------------------	-------------



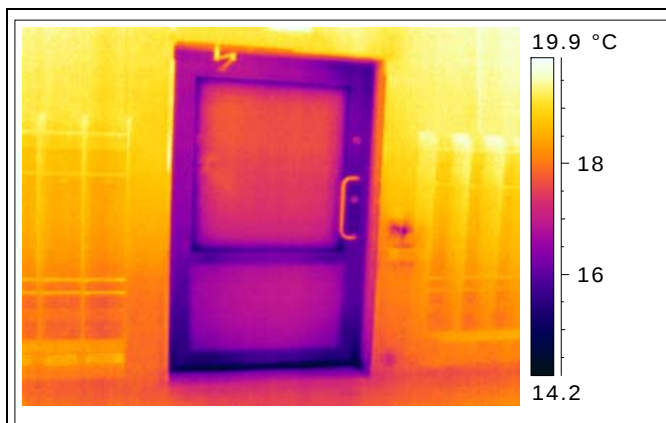
Tilstede under inspeksjonen var Lars Forberg og sertifisert byggtermografør Eirik Kahrs.



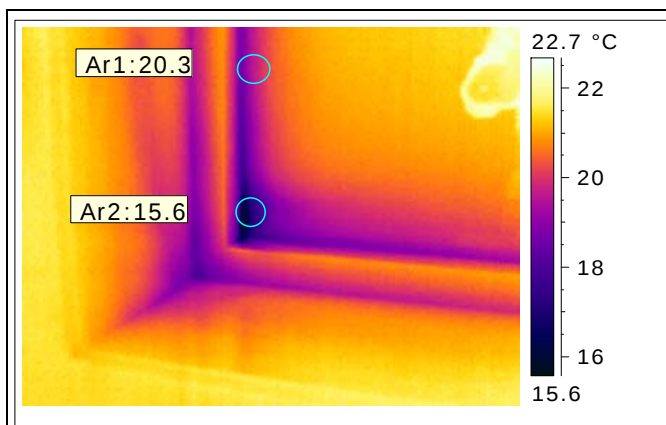
IR:66	Rom:3001	Kommentar:	m/s
Plan 3		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,0



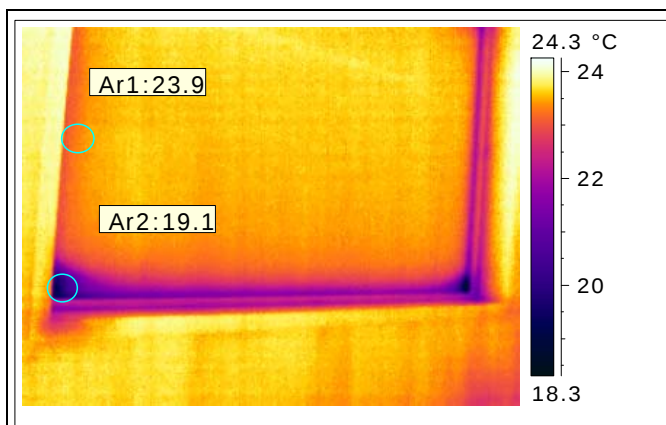
IR:67	Rom:3006	Kommentar:	m/s
Plan 3		Oversiktstermogram	Ikke målt



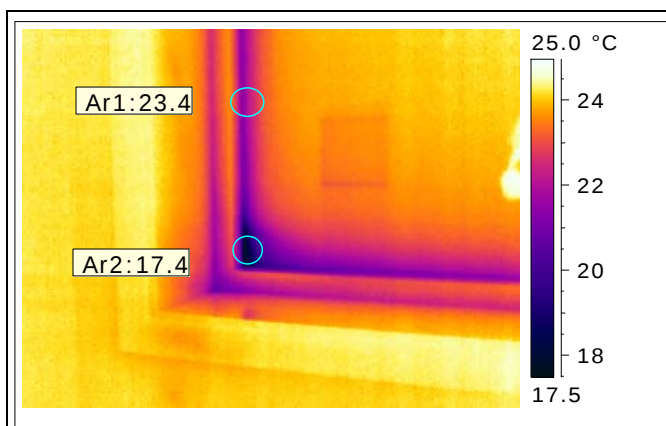
IR: 68	Rom:Garderobe	Kommentar:	m/s
Plan 3		Mindre luftlekkasjer i forbindelse med dør og automatikk. Var gjennomgående i hele bygget. (Dører var ikke justert enda)	Ikke målt



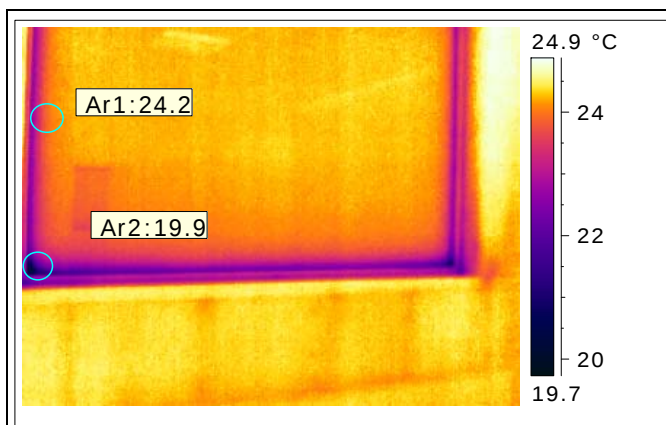
IR:69	Rom:3058	Kommentar:	m/s
Plan 3		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,3



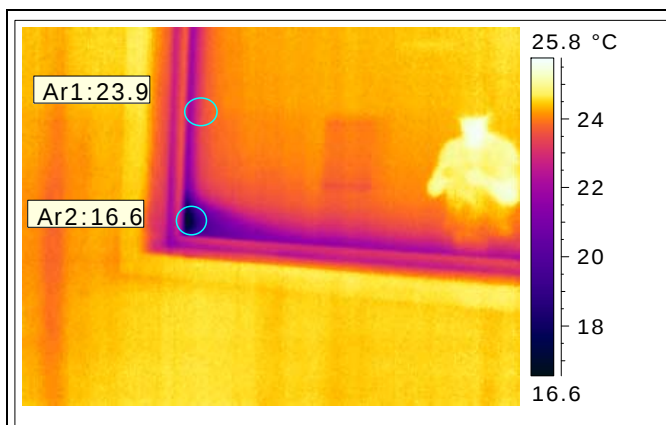
IR:70	Rom:3072	Kommentar:	m/s
Plan 3		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,6



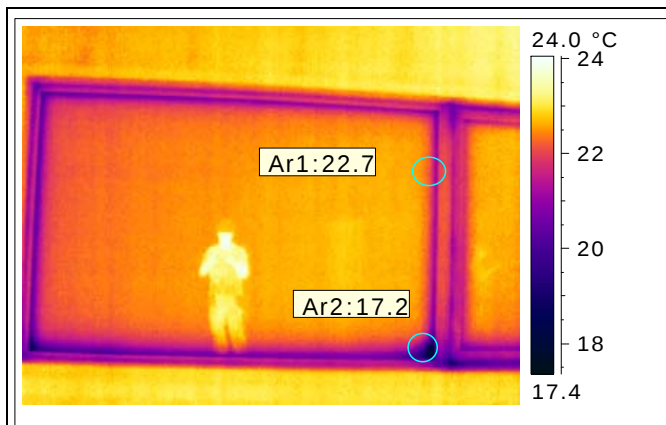
IR: 71	Rom:3072	Kommentar:	m/s
Plan 3		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	0,8



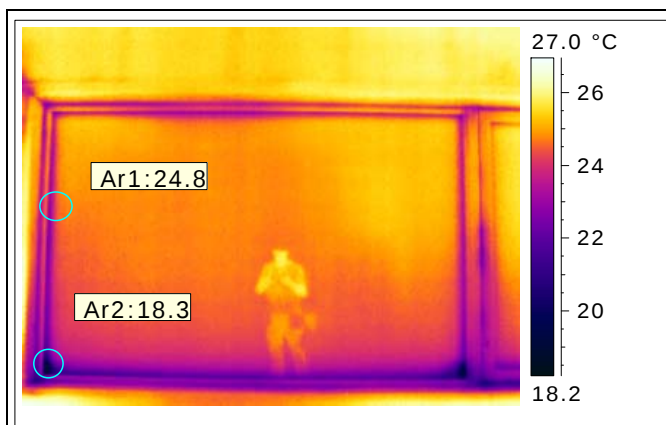
IR:72	Rom:3072	Kommentar:	m/s
Plan 3		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,1



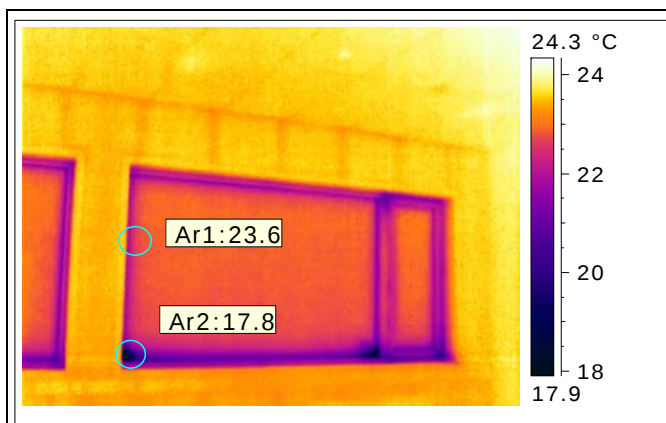
IR:73	Rom:3072	Kommentar:	m/s
Plan 3		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	2,0



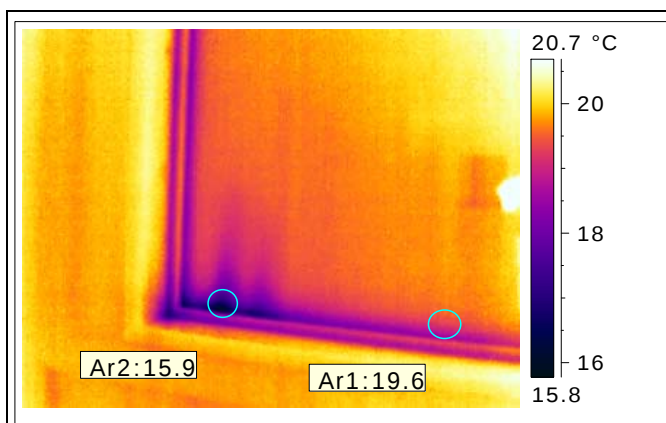
IR: 74	Rom:3081	Kommentar:	m/s
Plan 3		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,4



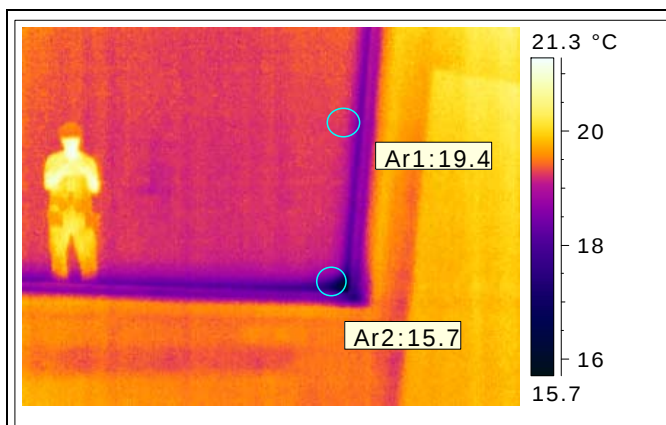
IR:75	Rom:3078	Kommentar:	m/s
Plan 3		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,0



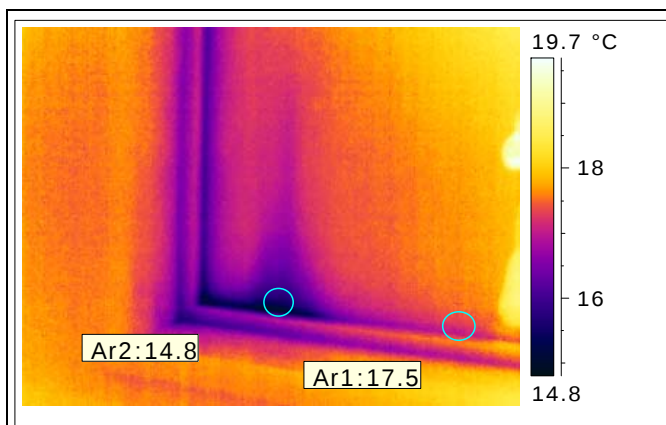
IR:76	Rom:3075	Kommentar:	m/s
Plan 3		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,3



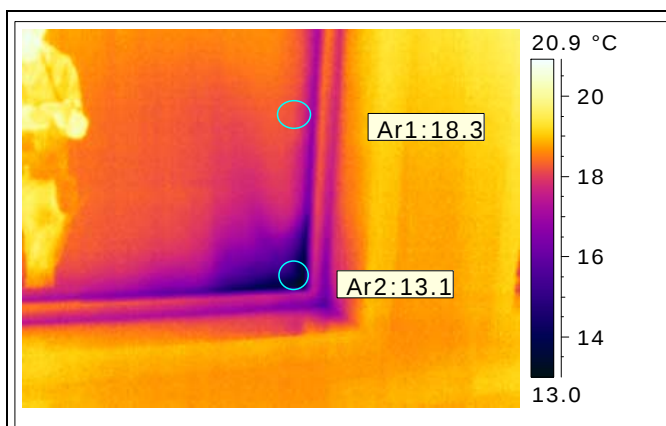
IR: 77	Rom:2035	Kommentar:	m/s
Plan 2		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,8



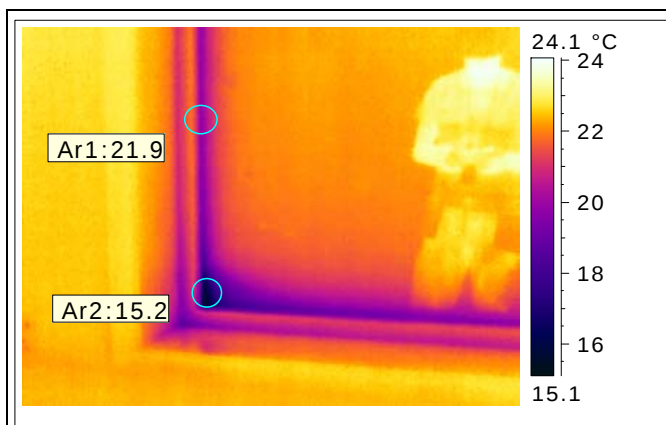
IR:78	Rom:2021	Kommentar:	m/s
Plan 2		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,0



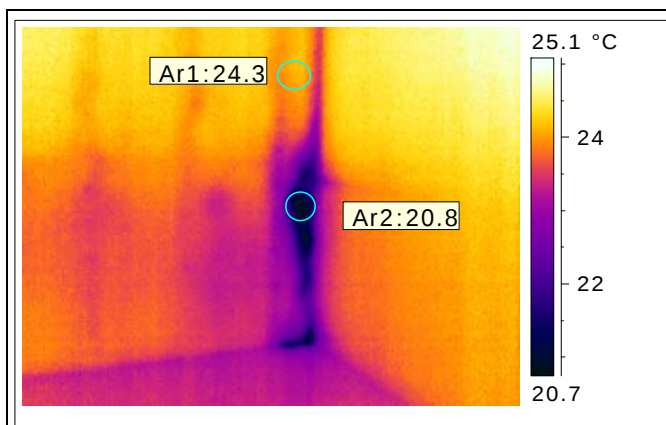
IR:79	Rom:2001	Kommentar:	m/s
Plan 2		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,6



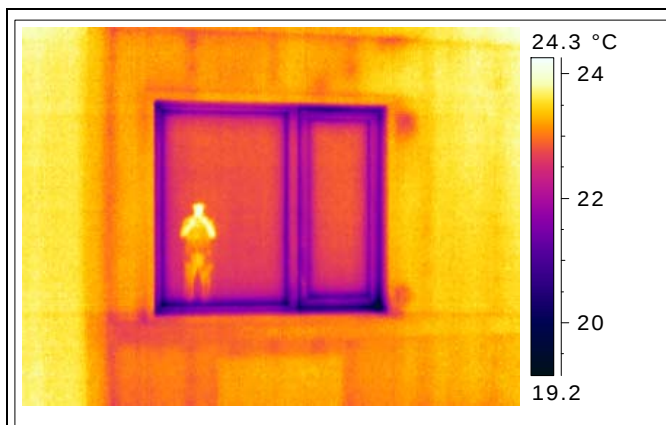
IR: 80	Rom:2057	Kommentar:	m/s
Plan 2		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,2



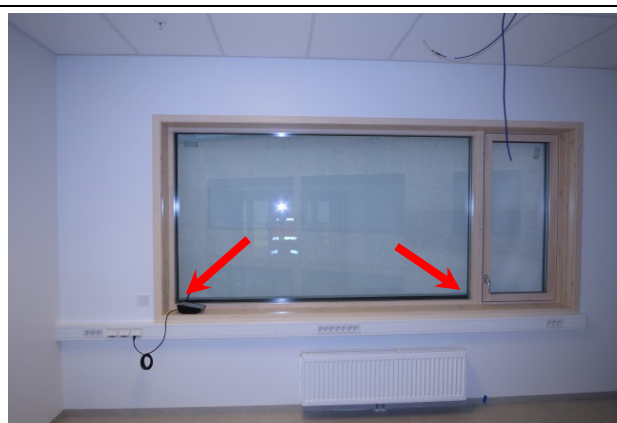
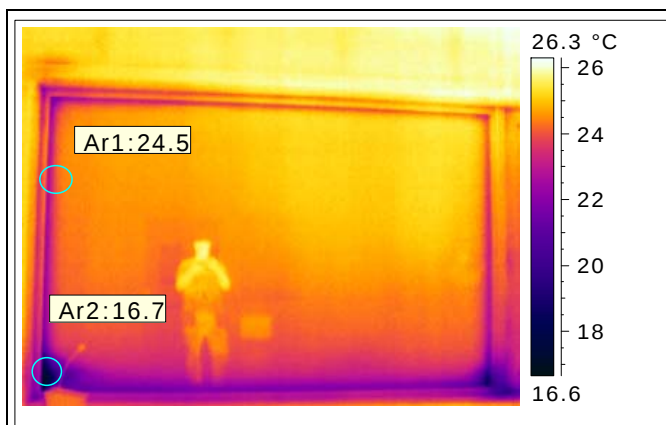
IR:81	Rom:2064	Kommentar:	m/s
Plan 2		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,0



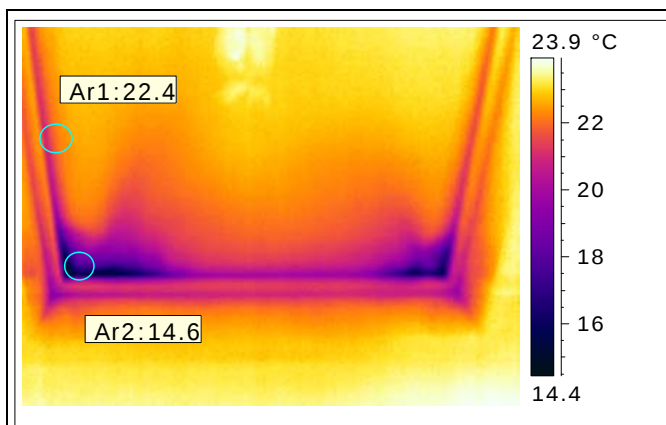
IR:82	Rom:2077	Kommentar:	m/s
Plan 2		Avvikende mønster i hjørne. Kan skyldes utilsiktede luftstrømmer i konstruksjonen eller isolasjonsmangel.	Ikke målt



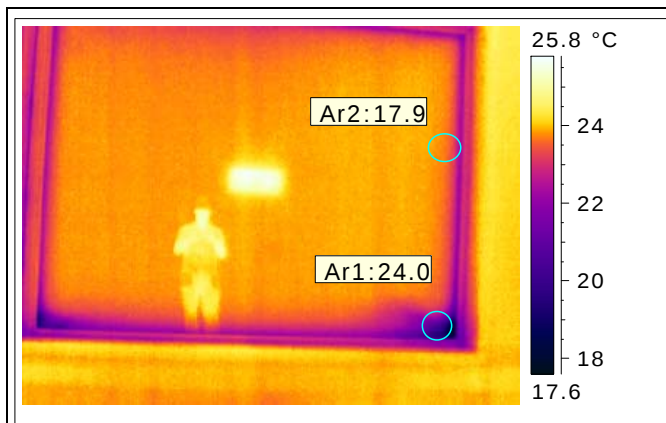
IR: 83	Rom:2081	Kommentar:	m/s
Plan 2		Oversiktstermogram	Ikke målt



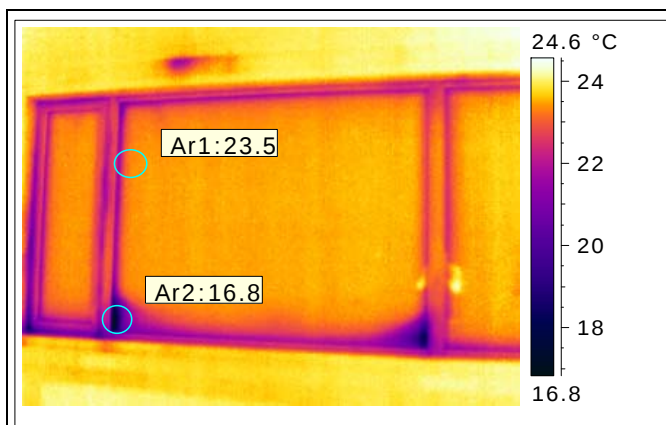
IR:84	Rom:2078	Kommentar:	m/s
Plan 2		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,8



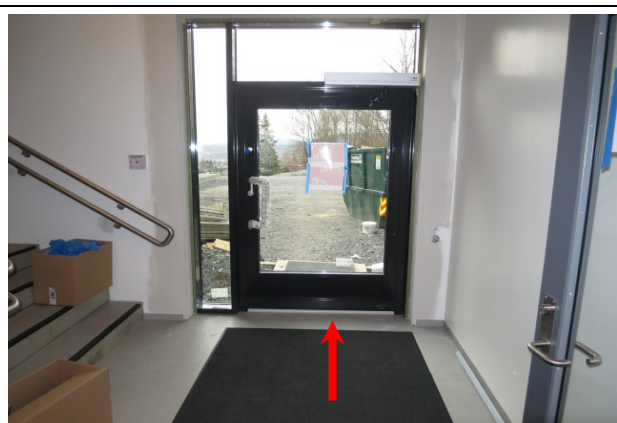
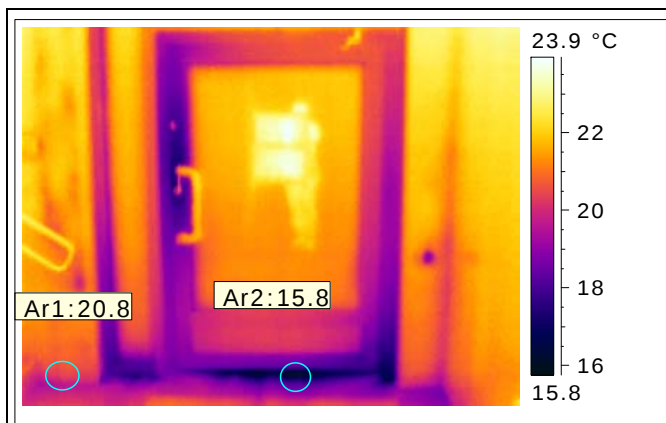
IR:85	Rom:2063	Kommentar:	m/s
Plan 2		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,8



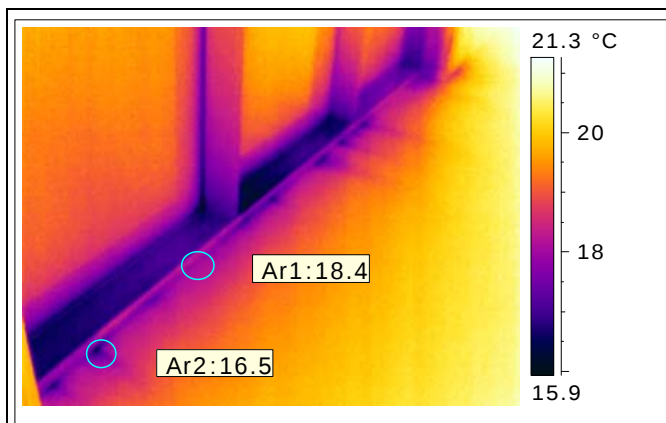
IR: 86	Rom:2054	Kommentar:	m/s
Plan 2		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,2



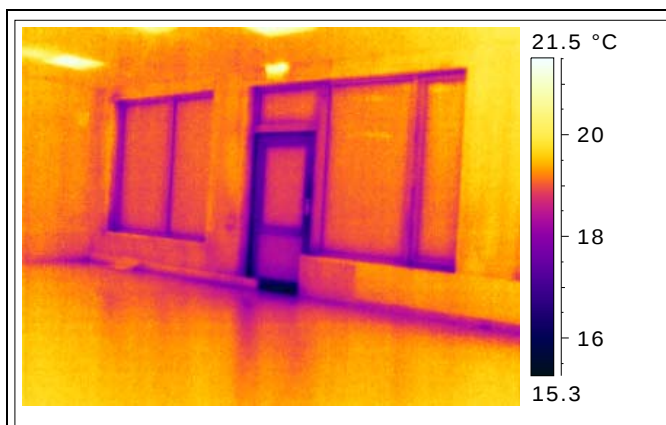
IR:87	Rom:2039	Kommentar:	m/s
Plan 2		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,6
		Liten luftlekkasje i forbindelse med himling	0,3



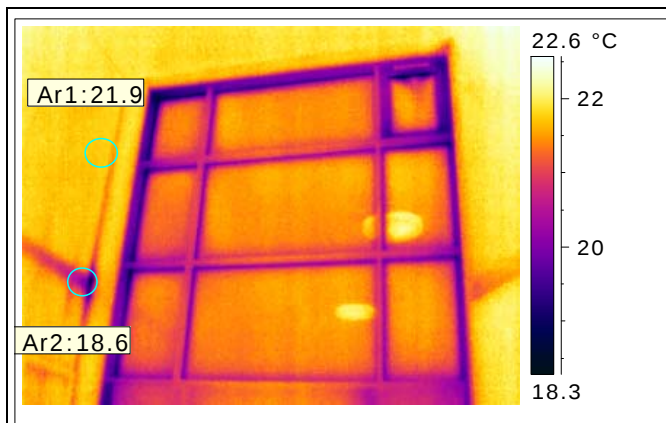
IR:88	Rom:1037	Kommentar:	m/s
Plan 1		Luftlekkasjer under terskel på dør	1,2



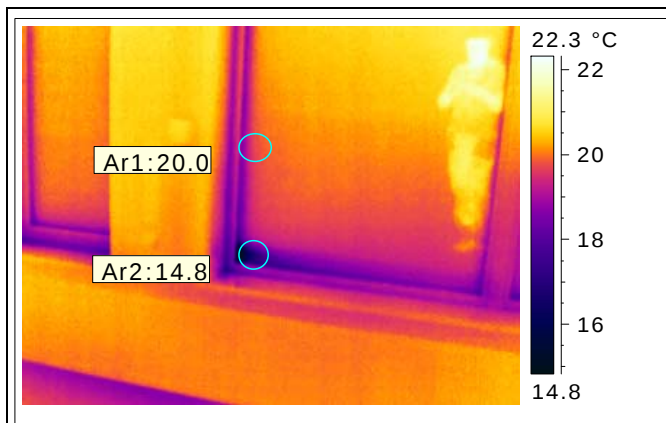
IR: 89	Rom:1064	Kommentar:	m/s
Plan 1		Luftlekkasjer mellom karm og gulv	1,9



IR:90	Rom:1063	Kommentar:	m/s
Plan 1		Oversiktstermogram	Ikke målt

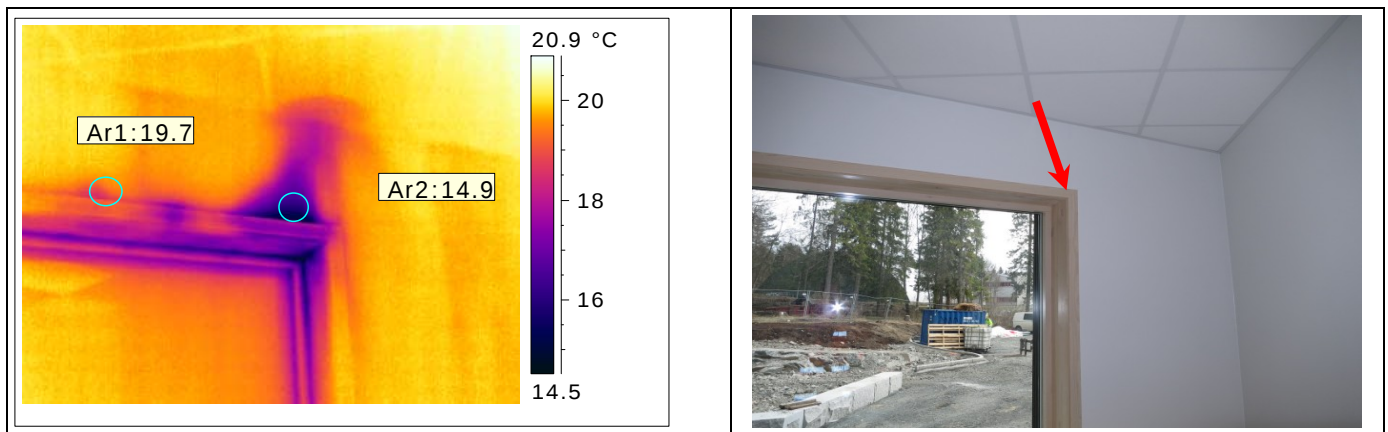


IR:91	Rom: 1067	Kommentar:	m/s
Plan 1		Avvikende mønster på vegg, kan skyldes kuldebro eller utilsiktede luftstrømmer i konstruksjonen.	Ikke målt

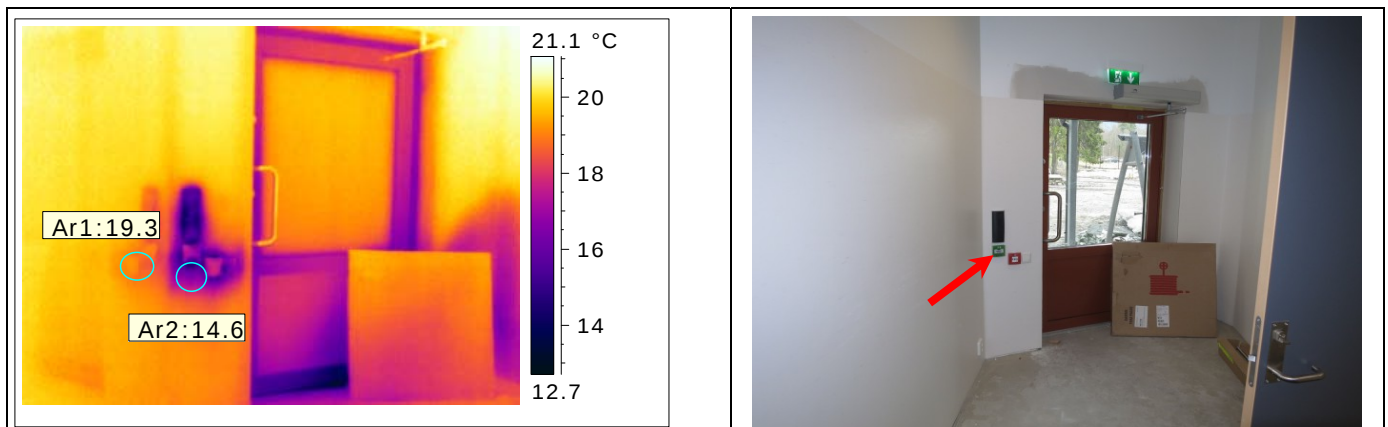


IR: 92	Rom:1071	Kommentar:	m/s
Plan 1		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	2,4

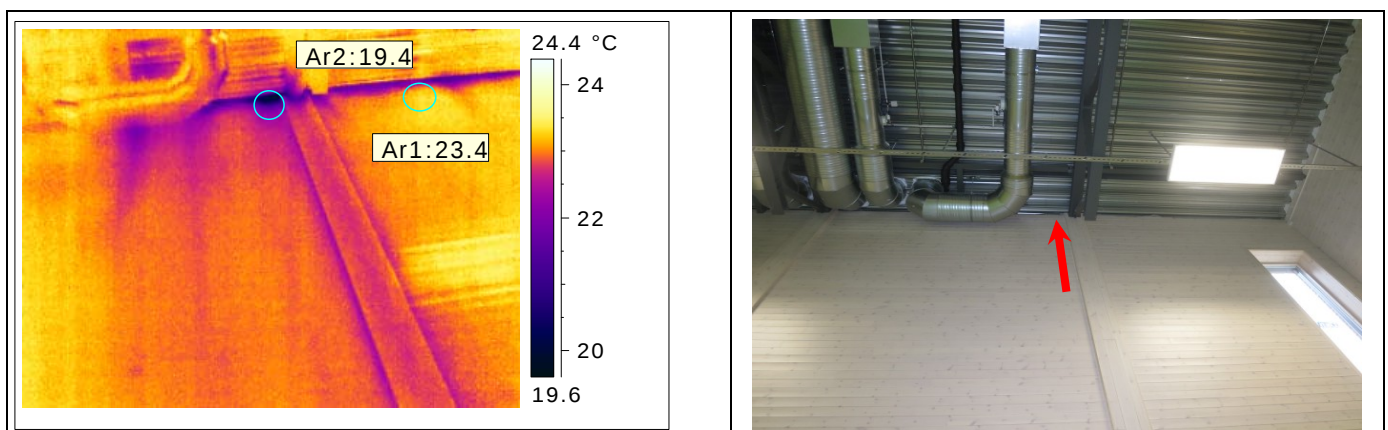
Omega Energi AS www.omegaenergi.no	Termografi rapport av Rykkinn skole, Rykkinn	Insp. dato: 15.04.2016 Sign: <i>Eirik Kahr</i> Avtalenr: 699:14796
--	--	--



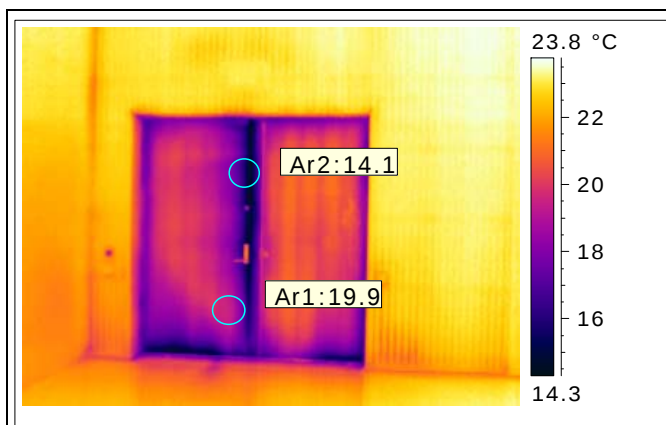
IR:93	Rom:1074	Kommentar:	m/s
Plan 1		Utsiktet luftstrøm i lukket konstruksjon	Ikke målt



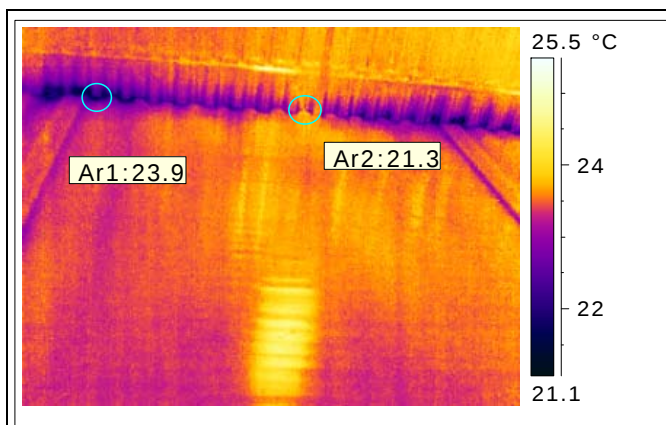
IR:94	Rom:1075	Kommentar:	m/s
Plan 1		Luftlekkasje i forbindelse med dørautomatikk (Gjennomgående i hele bygget)	1,5



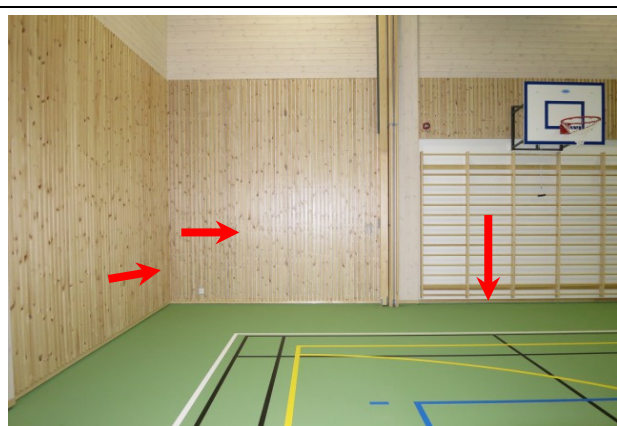
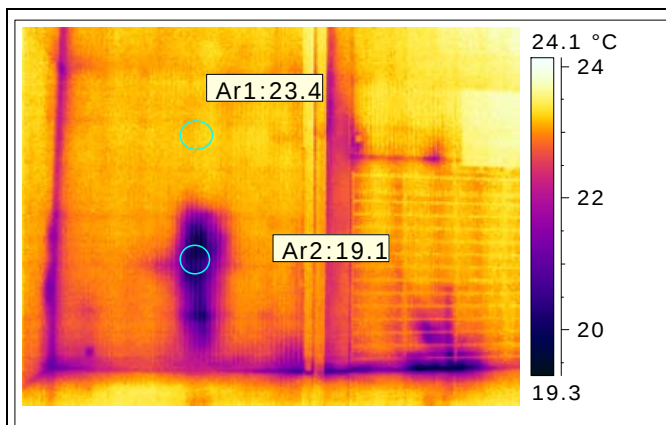
IR: 95	Rom:1092	Kommentar:	m/s
Plan 1		Mønster som indikerer luftlekkasjer i overgang vegg himling	Ikke målt



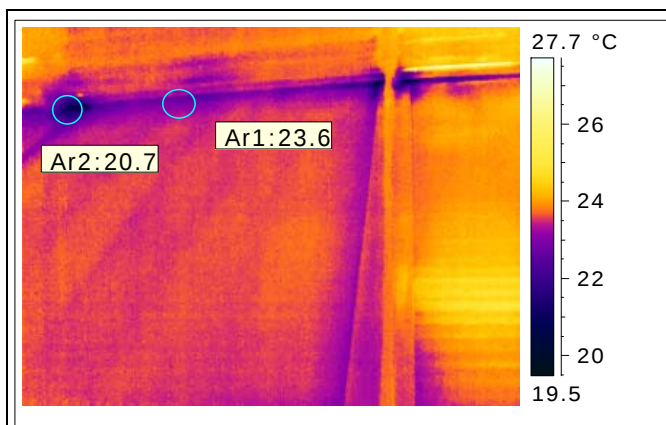
IR:96	Rom:1092	Kommentar:	m/s
Plan 1		Luftlekkasjer i forbindelse med rømningsdør	7,8



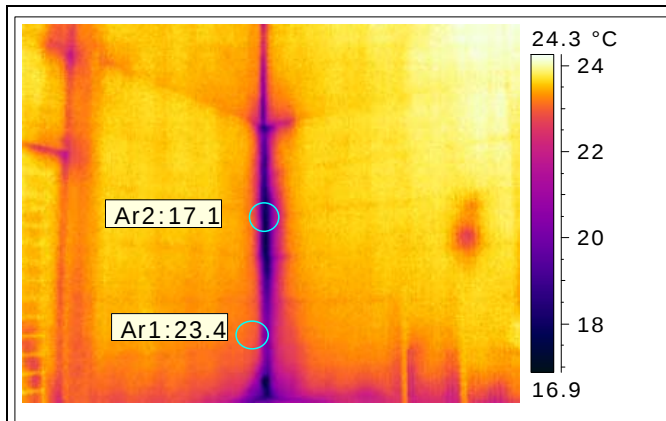
IR:97	Rom:1092	Kommentar:	m/s
Plan 1		Mønster som indikerer luftlekkasjer i overgang vegg himling	Ikke målt



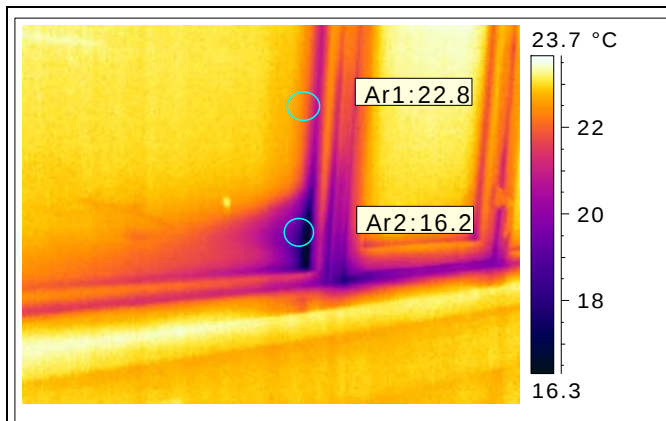
IR: 98	Rom:1092	Kommentar:	m/s
Plan 1		Luftlekkasjer i og gjennom veggkonstruksjon	0,8



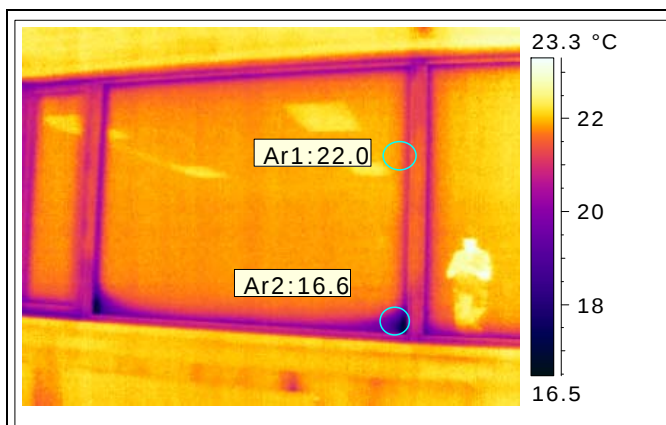
IR:99	Rom:1092	Kommentar:	m/s
Plan 1		Mønster som indikerer luftlekkasjer i overgang vegg himling	Ikke målt



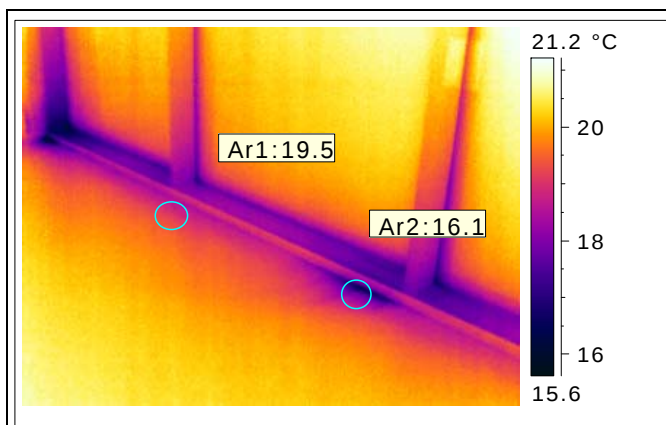
IR:00	Rom:1092	Kommentar:	m/s
Plan 1		Luftlekkasjer i hjørne-vegg	1,0



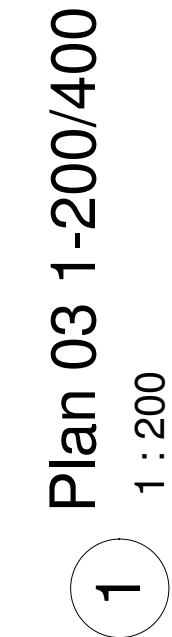
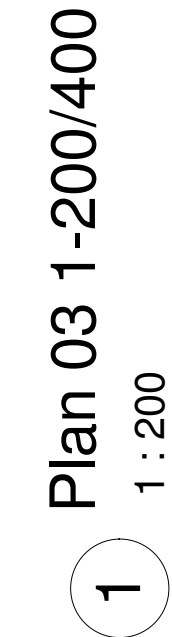
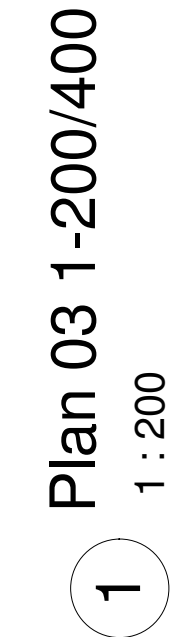
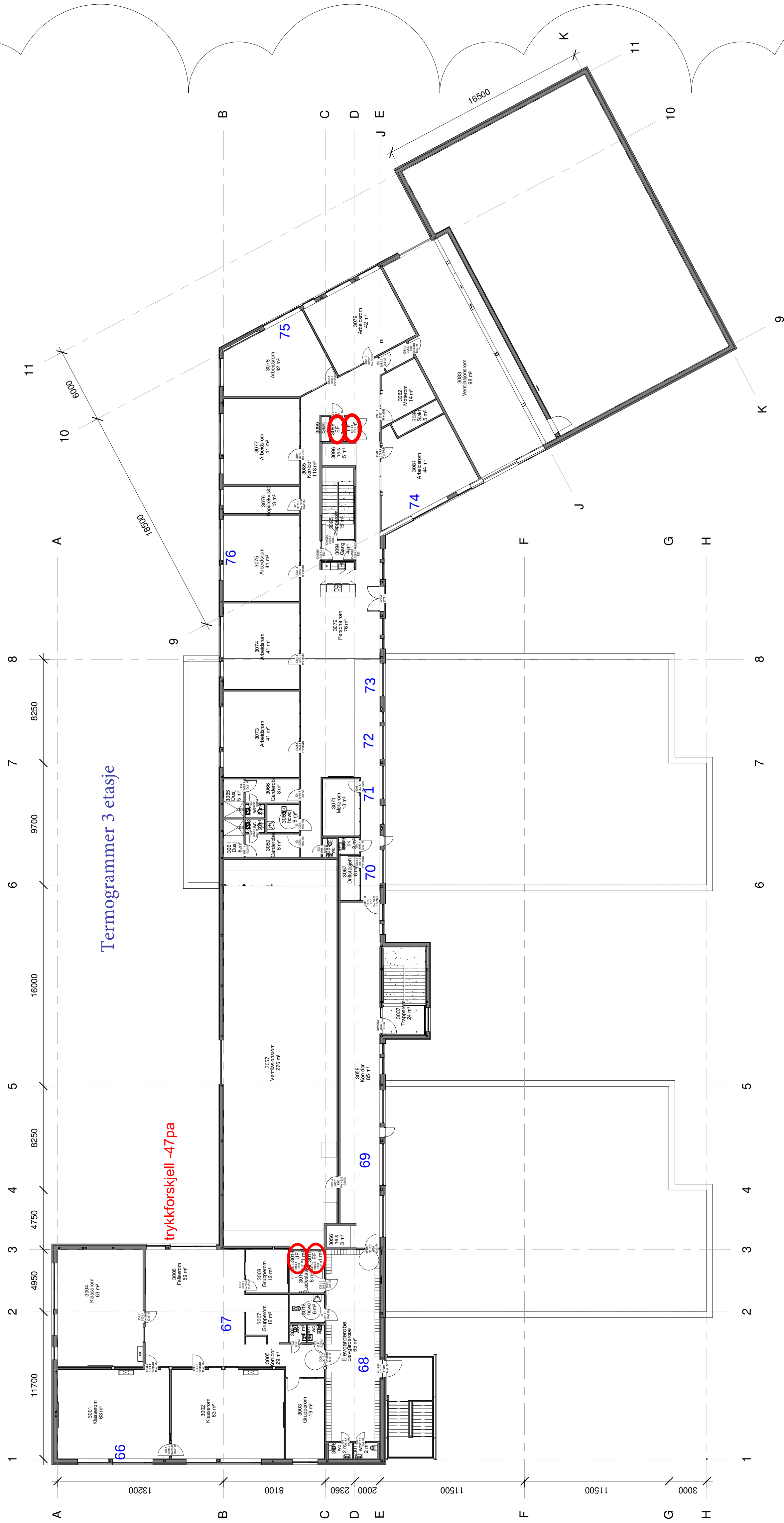
IR: 01	Rom:1054	Kommentar:	m/s
Plan 1		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,8



IR:02	Rom:1039	Kommentar:	m/s
Plan 1		Luftlekkasje i overgang glass-ramme (Pakningsfeil)	1,7



IR:03	Rom:1064	Kommentar:	m/s
Plan 1		Luftlekkasje i overgang ramme-gulv	2,1

[illegible]

Tegningsnummer:	Prosjekt nr. for
-----------------	------------------

Forvaltnr.	Byggnr	Eig/Plan	Fag	Type	Tegn.del	Løpnr.	Rev.	Status
------------	--------	----------	-----	------	----------	--------	------	--------

003 A P 200 001 6

Efficiency	1
------------	---

Veidekke entreprenør as
Postboks 506 Skøyen

0278 Oslo
Telefon: 21 05 50 00

	(continued)

ARKITEKTGRUPPEN lille frøen as
Bredgade 414 5 0057 OSC

by Gary Aile S, 0237 0350
www.arkll.no

Projekteringsgruppen:

ARK: Lille Frøen Arkitekt

☐ LARK.

☐ RB:

INDEX	DATE	REVISION	Tegnet av	Kontrollert av
A	05.12.2014	Detaljprosjekt	ms	pa
B	18.12.2014	Prøve justert i iht kommentare til forprosjekt.	ms	pa
C	13.02.2015	Oppstart 1 200 tegning	ms	pa
D	06.03.2015	Generell oppdatning	ms	pa
E	05.04.2015	Oppdatert med 1000 tegning	ms	pa
F	09.04.2015	Div. endringer ved gruppermøte 5/7 min. Lesavlegg plan 2 og 3	ms	pa
G	26.06.2015	Diverse oppdateringer 200	pa	ms

Truppsammansättning: Förnamn:	Boplin Egenlin Fag Typen Tjänst Löngr.	001 A P 200 001	Rör Status	Projekt nr. för projektplanering.
----------------------------------	---	-----------------	---------------	--------------------------------------

Entreprenör
 Vidskeide entreprenör as
 Postboks 505 Skøyen
 0278 Oslo
 Telefon: 21 05 50 00

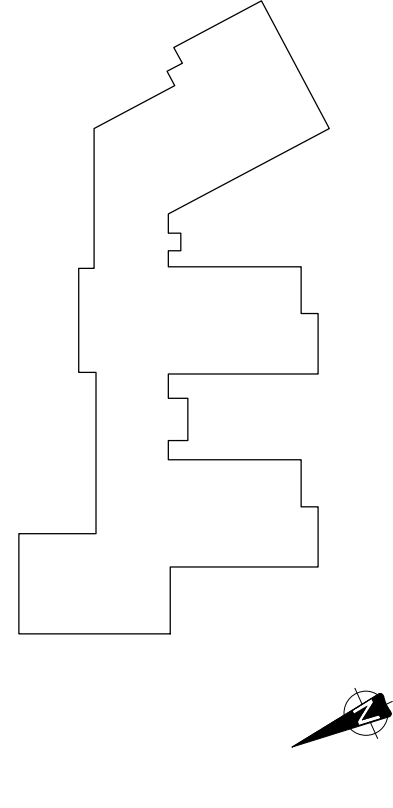


ARKITEKTGRUPPEN lille frøen as
Bygdey Allé 5, 0257 OSLO
www.arkf.no

Prosjekteringsgruppen:

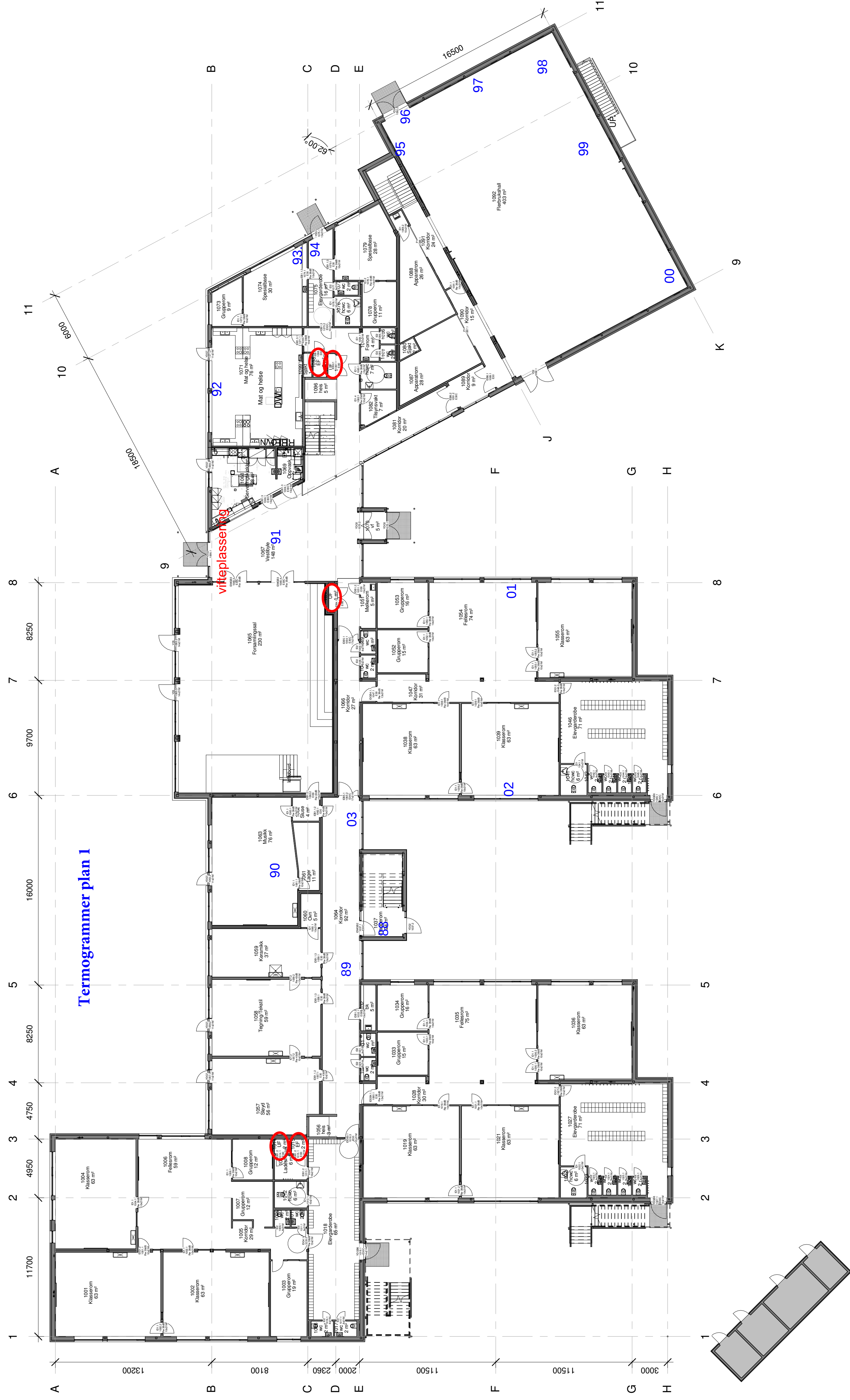
- ARK: ☒
 LARK: ☐
 RIB: ☐
 RIG: ☐
 RIV: ☐
 RIE: ☐
 RIBR: ☐
 RIANK: ☐
 POK: ☐

Lokaliserings Figur:



Page:

PROJEKTNR.	Veidekke entreprenør as	Rykkinn skole Veflingervei 25, 1345 Rykkinn 03910, Bærum Kommune	Godkjent: Christer Sjøtun Kontroll: Sjøtun Følgene: []	Dato: 15.08.2014 Møtested: 1. etasje Konferansesal Sjøtun Sign.: Kontroll: []	Prosjekt nr. for prosjektfølgelse:					
Tittel: PLAN 01			Tegnenummer: []	Lagret i []	Lagt inn i []	Type []	Fag []	Løpnr. []	Rev []	Status G
			001 A P 200 001							



Plan 01 1-200/400

1:200

—

001 A P 200 001



Date of Test: 15.04.2016

Test File: Undertrykk 0,3

Customer: Veidekke Entreprenør AS

Technician:

Eirik Kahrs

Project Number:

34007

Building Address:

Rykkinn Skole
Valkyrierveien 25
1349 Rykkinn

Phone:

Fax:

Test Results at 50 Pascals:

V50: m³/h Airflow 9814 (+/- 0.5 %)

n50: 1/h (Air Change Rate) 0.33

w50:

q50:

Leakage Areas:

3869.8 cm² (+/- 3.8 %) Canadian EqLA @ 10 Pa

2067.7 cm² (+/- 5.7 %) LBL ELA @ 4 Pa

Building Leakage Curve:

Air Flow Coefficient (Cenv) = 769.9 m³/h/Paⁿ (+/- 8.7 %)

Air Leakage Coefficient (CL) = 783.3 m³/h/Paⁿ (+/- 8.7 %)

Exponent (n) = 0.646 (+/- 0.021)

Correlation Coefficient = 0.99946

Test Standard:

EN 13829

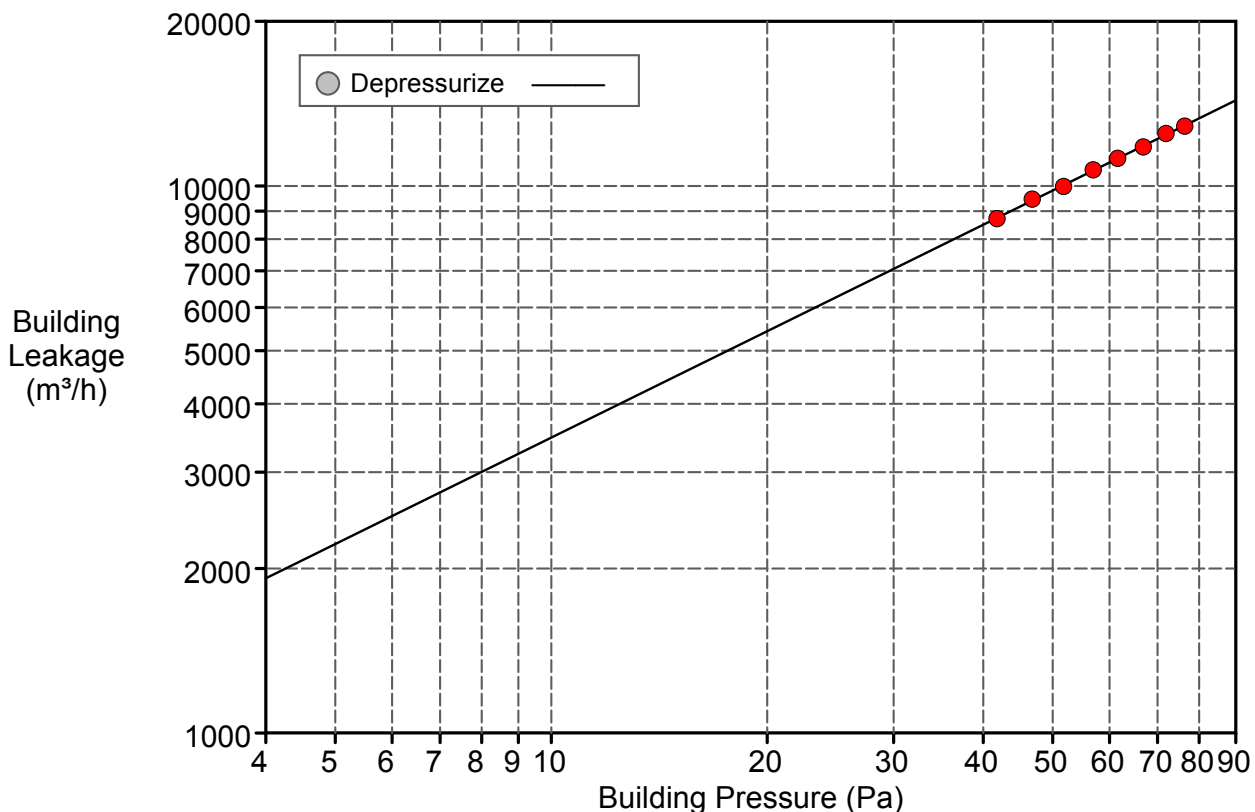
Test Mode:

Depressurization

Type of Test Method:

B

Regulation complied with:



BUILDING LEAKAGE TEST Page 2 of 4Date of Test: 15.04.2016 Test File: Undertrykk 0,3

Building Information

Volume (m³)	29944
Surface Area: (m²)	
Floor Area: (m²)	
Height (m)	
Uncertainty of Dimensions (%)	
Year of Construction	
Type of Heating	Vannbåren
Type of Air Conditioning	
Type of Ventilation	Balansert
Building Wind Exposure	Partly Exposed Building
Wind Class	Light Air

Equipment Information

Type	Manufacturer	Model	Serial Number	Custom Calibration Date
Fan	Energy Conservatory	Model 4 (230V)	Multiple	-

BUILDING LEAKAGE TEST Page 3 of 4

Date of Test: 15.04.2016 Test File: Undertrykk 0,3

Depressurization Test:**Environmental Data**

Indoor Temperature (°C)	Outdoor Temperature (°C)	Barometric Pressure (Pa)
20.0	6.0	101325.0

Pre-Test**Baseline Pressure Data****Post-Test**

$\Delta p_{0,1-}$	$\Delta p_{0,1+}$	$\Delta p_{0,1}$	$\Delta p_{0,2-}$	$\Delta p_{0,2+}$	$\Delta p_{0,2}$
-3.4	0.0	-3.4	-3.0	0.0	-3.0

Data Points - Collected using TECLOG2

Nominal Building Pressure (Pa)	Baseline Adjusted Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m³/h)	Adjusted Flow (m³/h)	% Error	Fan Configuration
-3.4						
-79.6	-76.4	-	13286	12872	-0.3	
-75.2	-71.9	-	12881	12480	0.5	
-70.1	-66.9	-	12168	11790	-0.4	
-64.8	-61.6	-	11599	11237	0.1	
-60.2	-56.9	-	11052	10707	0.3	
-55.0	-51.8	-	10303	9982	-0.6	
-50.0	-46.8	-	9767	9463	0.6	
-45.1	-41.8	-	8999	8719	-0.3	
-3.0						

Date of Test: 15.04.2016 Test File: Undertrykk 0,3

Comments

Ferdigbyggtest

BD sjekkliste fulgt

Ventilasjonsanlegg stengt med spjeld

Lufting til heis og avtrekk fra minikjøkken avblendet på tak

Ytterdører var ikke ferdig justert ved testtidspunkt

Volum fra energiberegning mottatt fra oppdragsgiver

Tetthetssertifikat for Rykkinn skole, Rykkinn



Bygningsinformasjon	
Inspeksjon utført dato:	15.04.2016
Kontrollsted:	Valkyrieveien 25, 1349 Rykkinn
Type bygning:	Skolebygg
Byggeår:	2014-2016
Volum:	29944 m ³
Forskriftskrav:	0,6 luftvekslinger per time
Resultat:	0,3 luftvekslinger per time

Lufttettheten er målt etter NS-EN 13829

Forskriftenes krav til lufttetthet er oppfylt.

Oslo, 26.04.2016



Eirik Kahrs
Sertifisert byggttermografør DNVGL-2015-OSL 1-1057144116



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering_TEK10

Tid/dato simulering: 15:41 13/6-2016

Programversjon: 6.001

Simuleringsansvarlig: Kristoffer Aaserud

Firma: Multiconsult AS

Inndatafil: W:\...\126654-RIEn-BER-012-SIMIEN_Rykkinn_skole_TEK10.smi

Prosjekt: Rykkinn skole

Sone: Alle soner

Resultater av evalueringen		
Evaluering av	Beskrivelse	
Energiltak	Bygningen tilfredsstiller kravene til energiltak i §14-3 (1)	
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstiller omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-3 (3)	
Energiramme	Bygningen tilfredsstiller energirammen ihht. §14-4	
Minstekrav	Bygningen tilfredsstiller minstekravene i §14-5	
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstiller minstekrav gitt i NS3031:2014 (tabell A.6)	
Energiforsyning	Bygningen tilfredsstiller krav til energiforsyning i §14-7	
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstiller byggeforskriftenes energikrav	

Energiltak (§14-3 (1))			
Beskrivelse	Verdi	Krav	
Samlet glass-, vindus og dørareal delt på bruksarealet [%]	11,4	20,0	
U-verdi yttervegger [W/m²K]	0,15	0,18	
U-verdi tak [W/m²K]	0,10	0,13	
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m²K]	0,12	0,15	
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m²K]	0,80	1,20	
Normalisert kuldebroverdi [W/m²K]	0,03	0,06	
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,30	1,50	
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	87	80	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m³/s]:	1,11	2,00	

Omfordeling energiltak (§14-3 (3), varmetapstall)			
Beskrivelse	Verdi	Krav	
Varmetapstall yttervegger	0,08	0,08	
Varmetapstall tak	0,04	0,05	
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,05	0,06	
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,09	0,24	
Varmetapstall kuldebroer	0,03	0,06	
Totalt varmetapstall	0,29	0,49	



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering_TEK10

Tid/dato simulering: 15:41 13/6-2016

Programversjon: 6.001

Simuleringsansvarlig: Kristoffer Aaserud

Firma: Multiconsult AS

Inndatafil: W:\...\126654-RIEn-BER-012-SIMIEN_Rykkinn_skole_TEK10.smi

Prosjekt: Rykkinn skole

Sone: Alle soner

Energiramme (§14-4, samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	10,1 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	6,7 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	10,1 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	8,7 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	4,2 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	9,7 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	13,3 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	7,4 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov	70,2 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	120,0 kWh/m ²

Minstekrav (§14-5)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,15	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,10	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,12	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	0,80	1,60
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	0,30	3,00
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,09	0,24

Krav til solfaktor for solutsatte fasader

Kravet til total solfaktor for vinduer/solskjerming på solutsatte fasader er ikke en del av evalueringen i SIMIEN.

Der dette er aktuelt må det dokumenteres separat.



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering_TEK10

Tid/dato simulering: 15:41 13/6-2016

Programversjon: 6.001

Simuleringsansvarlig: Kristoffer Aaserud

Firma: Multiconsult AS

Inndatafil: W:\...\126654-RIEn-BER-012-SIMIEN_Rykkinn_skole_TEK10.smi

Prosjekt: Rykkinn skole

Sone: Alle soner

Energiforsyning (§14-7)

Beskrivelse	Verdi	Krav
Andel av varmebehovet som dekkes av annet enn direkte el. og fossile brensler	77 %	60 %
Oljekjel som grunnlast	Nei	Nei

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	3801	
Areal tak [m ²]:	3040	
Areal gulv [m ²]:	3044	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	846	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	7415	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	29944	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,15	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,10	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,12	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	0,80	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	11,4	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,03	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	88	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	0,30	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	87	



Simuleringsnavn: Evaluering_TEK10

Tid/dato simulering: 15:41 13/6-2016

Programversjon: 6.001

Simuleringsansvarlig: Kristoffer Aaserud

Firma: Multiconsult AS

Inndatafil: W:\...\126654-RIEn-BER-012-SIMIEN_Rykkinn_skole_TEK10.smi

Prosjekt: Rykkinn skole

Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	87,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m³/s]:	1,11	
Luftmengde i driftstiden [m³/hm²]	10,00	
Luftmengde utenfor driftstiden [m³/hm²]	2,00	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	2,20	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m²]:	100	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	19,8	
Systemeffektfaktor kjøling:	10,00	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m²]:	150	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,60	
Driftstid oppvarming (timer)	10,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	24,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	10,0	
Driftstid belysning (timer)	10,0	
Driftstid utstyr (timer)	10,0	
Oppholdstid personer (timer)	10,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m²]	4,40	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m²]	4,40	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m²]	6,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m²]	6,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m²]	1,90	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m²]	12,00	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,24	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/utspring (N/Ø/S/V):	0,74/0,79/0,84/0,78	



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering_TEK10

Tid/dato simulering: 15:41 13/6-2016

Programversjon: 6.001

Simuleringsansvarlig: Kristoffer Aaserud

Firma: Multiconsult AS

Inndatafil: W:\...\126654-RIEn-BER-012-SIMIEN_Rykkinn_skole_TEK10.smi

Prosjekt: Rykkinn skole

Sone: Alle soner

Inndata bygning	
Beskrivelse	Verdi
Bygningskategori	Skolebygg
Simuleringsansvarlig	Kristoffer Aaserud
Kommentar	Midlere effekt belysning iht. LENI-beregning fra RIE. Årsgjennomsnittlig varmegjenvinningsgrad etter opplysninger fra RIV. Varmegjenvinningsgrad og SFP-faktor beregnet med reduserte luftmengder. Alle arealer er gitt av Veidekke direkte i modell.

Vedlegg 2: Underlag beregninger for materialer

Rykkinn skole - beregning av klimagassutslipp				
kg CO2e/m2/år er beregnet ut fra 60 års levetid på bygget				
BRA	7414 m2	m2		
Levetid	60 år			
Referansebygg	Klimagassregnskap.no			
	tonn CO2e/levetid	Beregning høst 2014	kg CO2/m2/år	% av totalten
Grunn og fundamenter				
Betong (Gulv på grunn)				
Armering				
Lecakuler				
Sum	855,9	840,8	1,9	34,2 %
Bæresystemer				
Betong HD (totalt levert Spenncon)				
Armering				
Konstruksjonsstål søyler				
Konstruksjonsstål bjelker inkl utvendig trapper				
Sum	168,6	168,6	0,4	6,7 %
Isolasjon - all isolasjon legges inn, grunn, gulv, vegg, tak og innervegge				
EPS tak				
XPS (Hele gulvet)				
EPS gulv				
Glassull YV				
Glassull IV				
Steinull YV				
Steinull IV				
Steinull tak				
Steinull over gymsal				
Sum				
Yttervegg				
Betong (inkluderes i bæresystemberegning)				
Armering (inkluderes i bæresystemberegning)				
Trepanel				
Teglforblanding, massiv stein				
Teglforblanding, hulltegl				
Vinduer 3-lags				
Vinduer 2-lags				
Dører Glass og alu				
Glassfelt				
Fibercementplater				
Sum	227,7	198,2	0,5	8,9 %
Innervegger				
Gipsplater std				
Gipsplate robust				
Glass				
Fliser				
Vinyl på vegg				
Vannbasert maling				
Ytong				
Leca				
Sum	413	403,4	0,9	16,0 %
Dekker (inkluderer også himling)				
Betong (inkluderes i bæresystemberegning)				
Armering (inkluderes i bæresystemberegning)				
Gipsplater (himling)				
Keramiske fliser				
Linoleum				
Parkett (massiv)				
Vinyl				
Skifer				
Sparkelmasse				
Vannbasert maling				
Systemhimling plater				
Sum	636,9	701,9	1,4	24,9 %
Yttertak				
PVC-takbelegg/-plater		i ref.bygg er konstruksjon med tatt		
Sum	244,8	212,6	0,5	8,9 %
Trapper og balkonger				
Betong (inkluderes i bæresystemberegning)				
Armering (inkluderes i bæresystemberegning)				
Sum	11,4	9,5	0,0	0,5 %
Totalsum	2 558	2 535	5,6	100,0 %

Generiske verdier som prosjektert

Generiske verdier som prosjektert										
Tonn	m3	m2	Tykkelse (mm)	Tetthet kg/m3	kg CO2/tonn	Levetid	kg CO2e totalt	kg CO2e/levetid	kg CO2e/m2/år	% av totalten
3 168	1 320	3 300	400	2 400	188	60	595 584	9 926	1,2	18 %
127	-	-		7 800	1 029	60	130 620	2 177	0,3	4 %
385	500	-		770	252	60	97 020	1 617	0,2	3 %
-	-	-					-			0 %
							823 224	13 720	1,7	25 %
3 239	-	7 902		2 400	188	60	609 007	10 150	1,3	19 %
44	3	-		7 800	1 029	60	45 175	753	0,1	1 %
70	-	-		7 700	2 890	60	202 300	3 372	0,4	6 %
70	-	-		7 700	2 890	60	202 300	3 372	0,4	6 %
							1 058 783	17 646	2,2	33 %
43	1 704	3 626	470	25	3 415	60	145 498	2 425	0,3	4 %
41	1 170	3 980		35	11 100	60	454 545	7 576	0,9	14 %
-	-	-		20	2 772	60	-	-	-	0 %
-	-	-		20	2 772	60	-	-	-	0 %
44	1 455	4 159		30	1 136	60	49 586	826	0,1	2 %
20	658	5 431		30	1 136	60	22 428	374	0,0	1 %
3	109	3 626	30	30	1 136	60	3 707	62	0,0	0 %
-	-	-					-			
							675764	11263	1,4	21 %
-	-	-		2 400	188	60	-	-	-	0 %
-	-	-		7 800	1 029	60	-	-	-	0 %
14	28	1 267	22	500	26	30	362	12	0,0	0 %
480	259	2 358	110	1 850	240	60	115 165	1 919	0,2	4 %
-	-	-		1 480	240	60	-	-	-	0 %
16	-	521		30 kg/m2	1 896	30	29 634	988	0,1	1 %
-	-	-		20 kg/m2	-	30	-	-	-	0 %
2	-	44		37,5 kg/m2	4 080	30	6 732	224	0,0	0 %
23	-	608		37,5 kg/m2	4 080	30	93 024	3 101	0,4	3 %
4	3	250	10	1 580	451	60	1 781	30	0,0	0 %
							246699	6274	0,8	8 %
228	254	19 500	13	900	214	15	48 824	3 255	0,4	2 %
-	-	-		-	-	-	-	-	-	0 %
9	-	430	20kg/m2	2 500	910	15	7 826	522	0,1	0 %
-	-	-		1 900	480	25	-	-	-	0 %
1	1	552	2	1 320	3 190	25	4 649	186	0,0	0 %
9	6	12 300	1	1 500	2 540	15	23 432	1 562	0,2	1 %
-	-	-	250	445	219	60	-	-	-	0 %
236	306	1 225	250	770	224	60	52 822	880	0,1	2 %
							137552	6405	0,8	4 %
-	-	-		2 400	188	60	-	-	-	0 %
-	-	-		7 800	1 029	60	-	-	-	0 %
23	25	1 936	13	900	214	30	4 847	162	0,0	0 %
-	-	-		1 900	480	25	-	-	-	0 %
14	12	3 895	3	1 200	2 005	25	28 114	1 125	0,1	1 %
3	5	234	22	517	243	25	646	26	0,0	0 %
7	6	1 943	3	1 200	3 190	25	22 313	893	0,1	1 %
-	-	-		1 600	232	25	-	-	-	0 %
255	-	7 071	36kg/m2	570	599	60	152 479	2 541	0,3	5 %
6	4	7 991	1	1 500	2 540	15	15 223	1 015	0,1	0 %
27		5 870		5	9	50	53 417	1 068	0,1	2 %
							277040	6829	0,9	9 %
27	25	3 626	7	1 050	826	30	22 014	734	0,1	1 %
							22014	734	0,1	1 %
-	-	-		2 400	188	60	-	-	-	0 %
-	-	-		7 800	1 029	60	-	-	-	0 %
							0	0	0,0	0 %
							3 241 075	62 872	7,9	100 %

Rykkinn skole - beregning av klimagassutslipp

kg CO2e/m2/år er beregnet ut fra 60 års levetid på bygget

BRA

Levetid

Referansebygg

7414 m2

m2

60 år

Klimagassregnskap.no

tonn CO2e/levetid

Beregning høst 2014

kg CO2/m2/år

% av totalen

Grunn og fundamenter

Betong (gulv på grunn)

Armering

Lecakuler

Sum
Bæresystemer

Betong HD (totalt levert Spenncon)

Armering

Konstruksjonsstål søyler

Konstruksjonsstål bjelker inkl utvendig trapper

Sum
Isolasjon - all isolasjon legges inn, grunn, gulv, vegg, tak og innervegger

EPS tak

XPS (Hele gulvet)

EPS gulv

Glassull YV

Glassull IV

Steinull YV

Steinull IV

Steinull tak

Steinull over gymsal

Sum
Yttervegg

Betong (inkluderes i bæresystemberegning)

Armering (inkluderes i bæresystemberegning)

Trepanel

Teglförblending, massiv stein

Teglförblending, hulltegl

Vinduer 3-lags

Vinduer 2-lags

Dører Glass og alu

Glassfelt

Fibercementplater

Sum
Innervegger

Gipsplater std

Gipsplater robust

Glass

Fliser

Vinyl på vegg

Vannbasert maling

Ytong

Leca

Sum
Dekker (inkluderes også himling)

Betong (inkluderes i bæresystemberegning)

Armering (inkluderes i bæresystemberegning)

Gipsplater (himling)

Keramiske fliser

Linoleum

Parkett (massiv)

Vinyl

Skifer

Sparkelmasse

Vannbasert maling

Systemhimling plater

Sum
Yttertak

PVC-takbelegg/-plater

Sum
Trapper og balkonger

Betong (inkluderes i bæresystemberegning)

Armering (inkluderes i bæresystemberegning)

Sum
Totalsum

Gjennomsnittlige som prosjektert

Som prosjektert

Som prosjektert

Tonn m3 m2 Tykkelse (mm) Tetthet kg/m3 kg CO2/tonn Levetid EPO fra...

Grunn og fundamenter

3 164 1 320 3 300 400 2 400 209 60 Unicon (kg CO2/m3) 1 275 880 4 598 0,6 12 % 319 704 0,62 50 %

127 - 7 800 360 60 Celsa (kg CO2/tonn) 1 45 720 762 0,1 2 % 84 900 0,17 62 %

385 - 770 252 60 97 020 1 617 0,2 4 % - -

- - - - - - - - - -

- - - - - - - - - -

- - - - - - - - - -

418 620 6 977 0,9 18 % 404 604 0,78 45 %

3 239 - 7 902 2 400 341 60 Spenncon (kg CO2/tonn) 1 456 755 7 613 1,0 19 % 152 252 0,24 19 %

44 3 - 7 800 1 029 60 45 175 753 0,1 2 % - -0,01 -8 %

70 - 7 700 520 60 36 400 607 0,1 2 % 165 900 0,34 81 %

70 - 7 700 2 890 60 202 300 3 372 0,5 8 % - -0,03 -8 %

- - - - - - - - - -

740 631 12 344 1,7 31 % 318 152 0,54 25 %

43 1 704 3 626 470 20 58 60 sundolitt kg CO2/m3 1 98 845 1 647 0,2 4 % 46 653 0,08 27 %

4 136 544 250 35 194 60 jackson (kg CO2/m3) 1 26 384 440 0,1 1 % 428 161 0,89 94 %

599 2 900 60 58 60 sundolitt kg CO2/m3 1 34 742 579 0,1 1 % -34 742 -0,08

- - - 20 21 60 glava (kg CO2/m3) 1 - - 0 % - -

- - - 20 21 60 glava (kg CO2/m3) 1 - - 0 % - -

44 1 455 4 159 30 34 60 rockwool (kg CO2/m3) 1 49 936 832 0,1 2 % -349 -0,01 -9 %

20 658 5 431 30 34 60 rockwool (kg CO2/m3) 1 22 586 376 0,1 1 % -158 -0,00 -9 %

3 109 3 626 30 34 60 rockwool (kg CO2/m3) 1 3 699 62 0,0 0 % 9 -0,00 -8 %

5 160 400 400 29 34 60 rockwool (kg CO2/m3) 1 5 440 91 0,0 0 % -5 440 -0,01

241 631 4027,2 0,5 10 % 434 134 0,87 61 %

- - - - - - - - - -

- - - - - - - - - -

14 28 1 267 22 500 36 60 725 12 0,0 0 % -362 -0,00 -8 %

480 259 2 358 110 1 850 240 60 115 165 1 919 0,3 5 % - -0,02 -8 %

- - - 20 21 60 Lian (kg CO2/m2) 1 - - 0 % - -

16 - 521 30 kg/m2 57 60 29 437 491 0,1 1 % 198 0,06 46 %

- - - - - - - - - -

2 - 44 37,5 kg/m2 4 080 30 13 464 224 0,0 1 % -6 732 -0,00 -8 %

23 - 608 37,5 kg/m2 4 080 30 186 048 3 101 0,4 8 % -93 024 -0,03 -8 %

4 3 250 10 1 580 451 60 1 781 30 0,0 0 % - -0,00 -8 %

- - - - - - - - - -

346 619 5777 0,8 15 % -99 920 0,01 1 %

228 254 10 500 13 692 2 60 norgips (kg CO2/m2) 1 22 050 368 0,0 1 % 26 774 0,36 88 %

- - 9 000 - 885 3 60 norgips (kg CO2/m2) 1 24 300 405 0,1 1 % -24 300 -0,05

9 - 430 20 kg/m2 2 500 910 15 31 304 522 0,1 1 % -23 478 -0,01 -8 %

- - - 1 900 480 25 2 - - 0 % - -

1 1 552 2 1 200 3 190 25 2 10 143 169 0,0 0 % -5 494 0,00 2 %

9 6 12 300 1 1 500 2 540 15 4 93 726 1 562 0,2 4 % -70 295 -0,02 -8 %

- 205 1 025 200 445 219 60 xella (kg CO2/m3) 1 44 957 749 0,1 2 % -44 957 -0,10

197 256 1 025 250 - - - - 52 822 0,11 100 %

226 779 3775 0,5 10 % -88 927 0,29 36 %

- - - - - - - - - -

- - - - - - - - - -

17 25 1 936 13 692 2 60 norgips (kg CO2/m2) 1 4 066 68 0,0 0 % 782 0,01 55 %

- - - 1 900 480 25 2 - - 0 % - -

14 12 3 895 3 1 200 2 005 25 2 67 474 1 125 0,2 3 % -39 360 -0,01 -8 %

3 5 234 22 517 243 25 2 1 550 26 0,0 0 % -904 -0,00 -8 %

7 6 1 943 3 1 200 3 190 25 2 53 552 893 0,1 2 % -31 239 -0,01 -8 %

- - - 1 600 232 25 2 - - 0 % - -

290 - 7 071 36 kg/m2 570 599 60 1 173 710 2 895 0,4 7 % -21 231 -0,07 -23 %

6 4 7 991 1 1 500 2 540 15 4 30 446 507 0,1 1 % -15 223 0,06 46 %

12 - 5 870 2 9 50 61 987 1 033 0,1 1 % -8 570 -0,01 -4 %

392 785 6546 0,9 17 % -115 745 -0,03 -3 %

17 11 3 626 3 1 550 4 60 13 344 222 0,0 1 % 8 670 0,06 67 %

- - - - - - - - - -

13 344 222 0,03 1 % 8670 0,06 67 %

- - - 2 400 188 60 - - - 0 % - - 0 %

- - - 7 800 1 029 60 - - - 0 % - - 0 %

0 0 0,0 0 % 0 - 0 %

2 380 109 39 668 5,35 100 % 860 967 2,52 32 %

Rykkinn skole - beregning av klimagassutslipp

kg CO2e/m2/år er beregnet ut fra 60 års levetid på bygget

BRA

Levetid

Referansebygg

7414 m2

m2

60 år

Klimagassregnskap.no

tom CO2e/levetid

Beregning høst 2014

kg CO2e/m2/år

% av totalt

Grunn og fundamenter

Betong (gulv på grunn)

Armering

Lecakuler

Sum

Bæresystemer

Betong HD (totalt levert Spenncon)

Armering

Konstruksjonsstål søyler

Konstruksjonsstål bjelker inkl utvendig trapper

Sum

Isolasjon - all isolasjon legges inn, grunn, gulv, vegg, tak og innervegger

EPS tak

XPS (Hele gulvet)

EPS gulv

Glassull YV

Glassull IV

Steinull YV

Steinull IV

Steinull tak

Steinull over gymsal

Sum

Vitevegg

Betong (inkluderes i bæresystemberegning)

Armering (inkluderes i bæresystemberegning)

Trepanel

Teglförblending, massiv stein

Teglförblending, hulltegl

Vinduer 3-lags

Vinduer 2-lags

Dører Glass og alu

Glassfelt

Fibercementplater

Sum

Innervegger

Gipsplater std

Gipsplate robust

Glass

Fiser

Vinyl på vegg

Vannbasert maling

Ytong

Leca

Sum

Dekker (inkluderer også himling)

Betong (inkluderes i bæresystemberegning)

Armering (inkluderes i bæresystemberegning)

Gipsplater (himling)

Keramiske fliser

Linoleum

Parkett (massiv)

Vinyl

Skifer

Sparkelmasse

Vannbasert maling

Systemhimling plater

Sum

Vitertak

PVC-takbelegg/-plater

Sum

Trapper og balkonger

Betong (inkluderes i bæresystemberegning)

Armering (inkluderes i bæresystemberegning)

Sum

Totalsum

Som prosjektert

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

Som bygget

	Som bygget										Beregnet						
	Tonn	m3	m2	Tykkelse (mm)	Tetthet kg/m3	kg CO2/tonn	Levetid	EPG fra...	kg CO2/m2/år	kg CO2/m2/år	kg CO2/m2/år	kg CO2/m2/år	kg CO2/m2/år	kg CO2/m2/år	kg CO2/m2/år		
Grunn og fundamenter																	
	3 281	1 367	3 300	350	2 400	209	60	Unicon (kg CO2/m3)	1	285 703	4 762	0,6	14%	309 881	0,60	48%	
	117	-	-	-	7 800	360	60	Celsa (kg CO2/tonn)	1	42 120	702	0,1	2%	88 500	0,18	65%	
	-	-	-	-	770	252	60		1	-	-	-	0%	97 020	0,20	100%	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-														

Vedlegg 3: Underlag beregninger for transport

Turproduksjon for ansatte og andre brukere:

Referanse - ansatte

Antall reiser/turer per dag per bruker av bygget

	Turer/person/døgn
Arbeid	1.6
Tjeneste	0.6
Private ærend	0.2
Service utenfra	0.1
Varetransport	0.2

Reisemiddelfordeling

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	25 %	5 %	70 %
Tjeneste	7 %	18 %	75 %
Private ærend	24 %	11 %	65 %
Annet	23 %	18 %	59 %

Kjørehastighet i vegnett

30	% under 50 km/t
70	% over 50 km/t

Gjennomsnittlig reiselengde

14	bil (km)
7	kollektivt (km)

Bil- og bussbelegg

1	bilbelegg (gj.sn. ant. personer pr bil)
19.4	bussbelegg (gj.sn. ant. personer pr buss)

Andel skinnegående kollektivtransport

0	% av personkm
---	---------------

Parkeringsens påvirkning av reisemiddelfordeling:

Påvirkning av reisemiddelfordeling - Parkering

Tilpasningsfaktor, parkering

1

1.0 = Fri park., full tilgang
0.6 = Avg.belagt av arb.giver
0.4 = Avg.belagt offentlig
0.1 = Ingen P-mulighet

Reduksjon i biltrafikk fordeles på (%):

10	økt bilbelegg
15	Flere gående og syklende
75	Flere kollektivreiser

Utgangspunkt

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	25 %	5 %	70 %
Tjeneste	7 %	18 %	75 %
Innkjøp og service	24 %	11 %	65 %
Annet	23 %	18 %	59 %

Resultat

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Arbeid	25 %	5 %	70 %
Tjeneste	7 %	18 %	75 %
Innkjøp og service	24 %	11 %	65 %
Annet	23 %	18 %	59 %

Referanse - elever

Antall reiser/turer per dag per bruker av bygget

	Turer/person/døgn
Andre brukere	0.83

Reisemiddelfordeling

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Annet	85 %	0.5 %	14.5 %

Kjørehastighet i vegnett

30	% under 50 km/t
70	% over 50 km/t

Gjennomsnittlig reiselengde

2.5	bil (km)
2	kollektivt (km)

Bil- og bussbelegg

1	bilbelegg (gj.sn. ant. personer pr bil)
19.5	bussbelegg (gj.sn. ant. personer pr buss)

Andel skinnegående kollektivtransport

0	% av personkm
---	---------------

Referanse – Idrettsbygg

Antall reiser/turer per dag per bruker av bygget

	Turer/person/døgn
Andre brukere	1.65
Idrettsbygg	

Reisemiddelfordeling

	Gang/sykkel	Kollektiv	Bil
Annet	45 %	5 %	50 %
Idrettsbygg			

Kjørehastighet i vegnett

30	% under 50 km/t
70	% over 50 km/t

Gjennomsnittlig reiselengde

2.5	bil (km)
2	kollektivt (km)

Bil- og bussbelegg

1.6	bilbelegg (gj.sn. ant. personer pr bil)
19.4	bussbelegg (gj.sn. ant. personer pr buss)

Andel skinnegående kollektivtransport

0	% av personkm
---	---------------

Vedlegg 4 Logg energiblokk 2017 og 2018

Energioppfølging Rykkinn skole

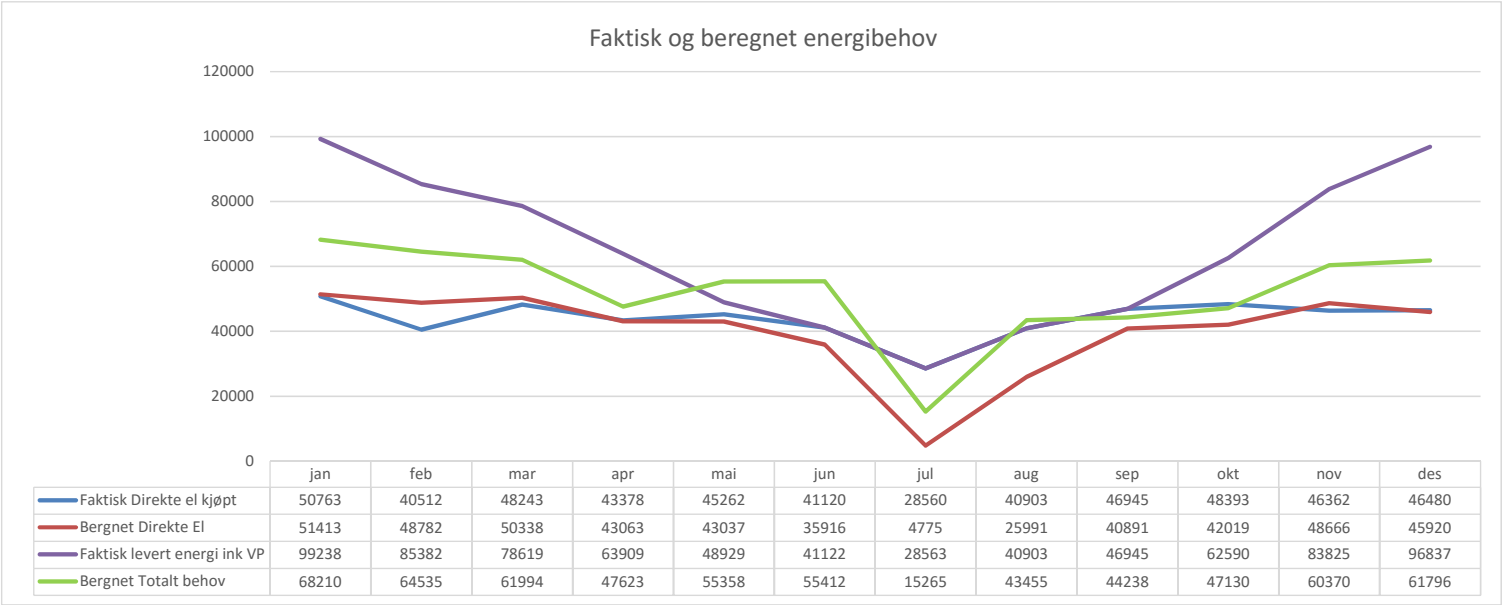
2017

Arealsom benyttes i strømrregnskapet

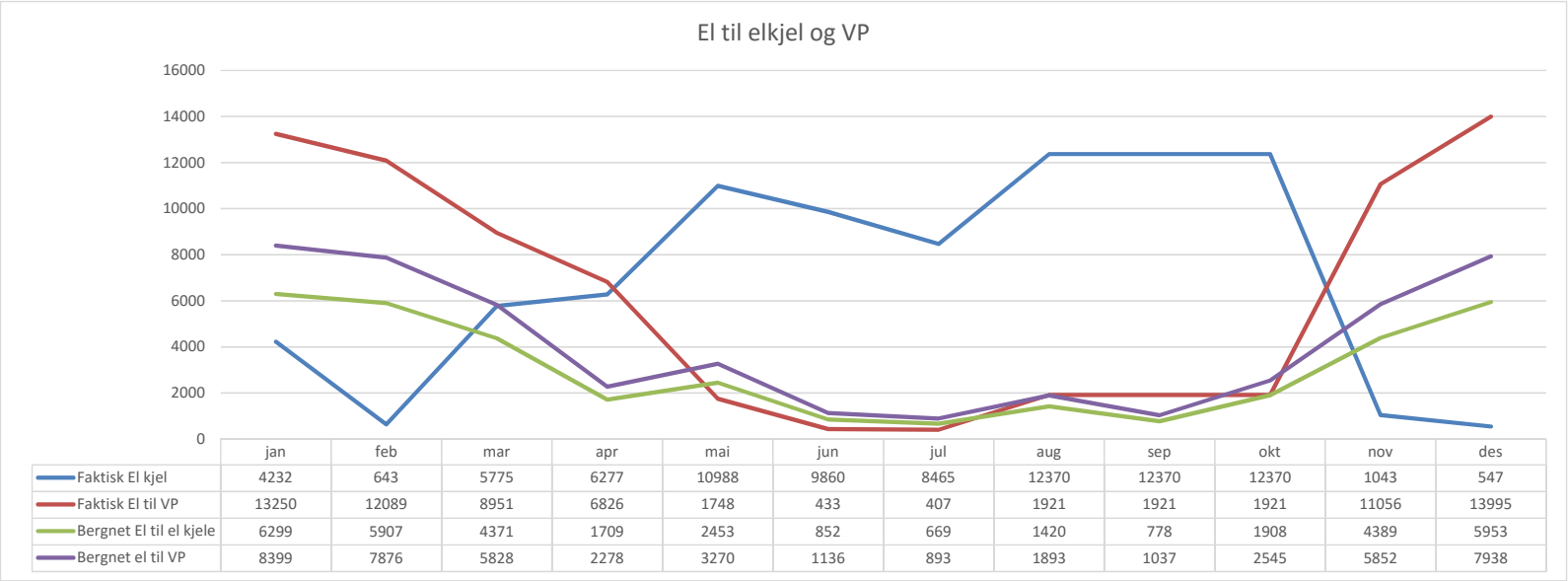
7235 m2

	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Faktisk Direkte el kjøpt	50763	40512	48243	43378	45262	41120	28560	40903	46945	48393	46362	46480
Faktisk Belysning	7701	6087	7824	5876	6622	5614	1410	5700	5700	7579	8255	6703
Faktisk Ventilasjon	5563	4761	5533	5132	5339	5815	2759	5703	5703	5703	5014	4450
Faktisk Varmtvann VVB	1581	919	3389	4348	5815	5223	2009	4729	4729	4730	2947	1834
Faktisk El kjel	4232	643	5775	6277	10988	9860	8465	12370	12370	12370	1043	547
Faktisk El til VP	13250	12089	8951	6826	1748	433	407	1921	1921	1921	11056	13995
Faktisk Produsert varme VP	48475	44870	30376	20531	3667	2	3	0	0	14197	37463	50357
Faktisk SCOP VP	3,7	3,7	3,4	3,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	3,4	3,6
Faktisk El til oppvarming	17482	12732	14726	13103	12736	10293	8872	14291	14291	14291	12099	14542
Faktisk Andel el til oppvarming	34 %	31 %	31 %	30 %	28 %	25 %	31 %	35 %	30 %	30 %	26 %	31 %
Faktisk levert energi ink VP	99238	85382	78619	63909	48929	41122	28563	40903	46945	62590	83825	96837

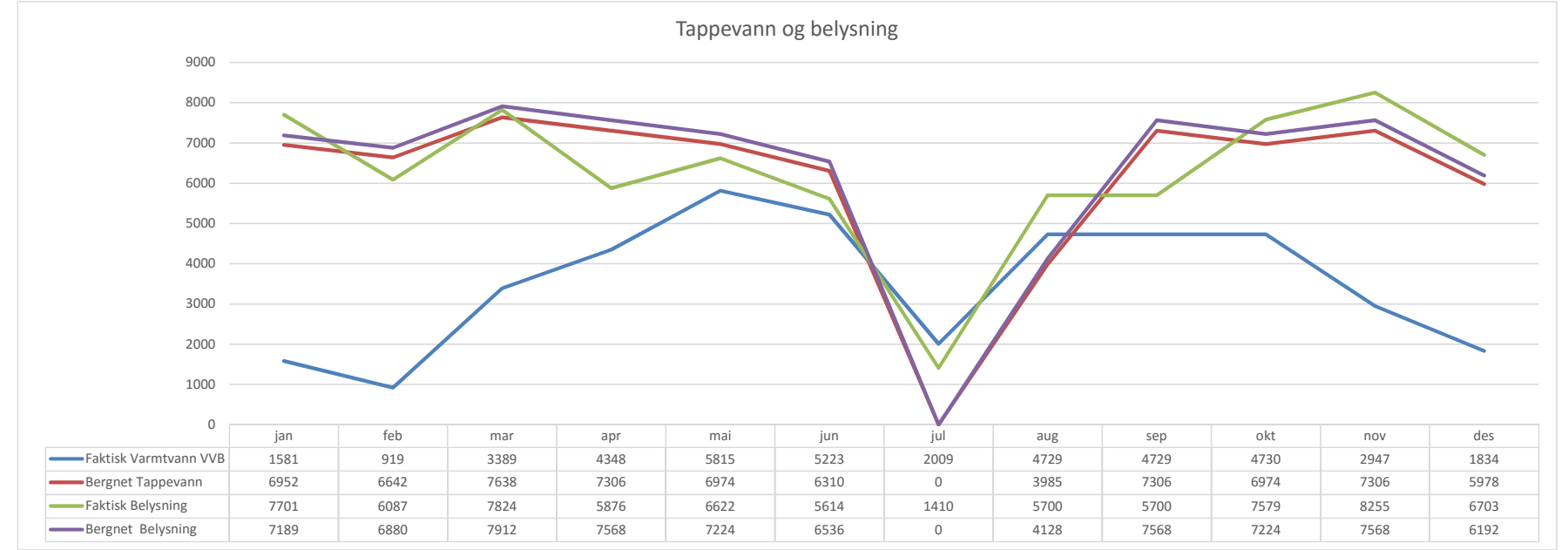
Faktisk og beregnet energibehov	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Faktisk Direkte el kjøpt	50763	40512	48243	43378	45262	41120	28560	40903	46945	48393	46362	46480
Bergnet Direkte El	51413	48782	50338	43063	43037	35916	4775	25991	40891	42019	48666	45920
Faktisk levert energi ink VP	99238	85382	78619	63909	48929	41122	28563	40903	46945	62590	83825	96837
Bergnet Totalt behov	68210	64535	61994	47623	55358	55412	15265	43455	44238	47130	60370	61796
Faktisk Direkte el kjøpt	7,0	5,6	6,7	6,0	6,3	5,7	3,9	5,7	6,5	6,7	6,4	6,4
Bergnet Direkte El	7,1	6,7	7,0	6,0	6,0	5,9	5,0	0,7	3,6	5,7	5,8	6,7
Bergnet Totalt behov	9,4	8,9	8,6	6,6	7,7	7,7	2,1	6,0	6,1	6,5	8,3	8,5
Faktisk levert energi ink VP	13,7	11,8	10,9	8,8	6,8	5,7	3,9	5,7	6,5	8,7	11,6	13,4



El til el kjel og VP	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Faktisk El kjel	4232	643	5775	6277	10988	9860	8465	12370	12370	12370	1043	547
Faktisk El til VP	13250	12089	8951	6826	1748	433	407	1921	1921	1921	11056	13995
Bergnet El til el kjele	6299	5907	4371	1709	2453	852	669	1420	778	1908	4389	5953
Bergnet el til VP	8399	7876	5828	2278	3270	1136	893	1893	1037	2545	5852	7938



Tappevann og belysning	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Faktisk Varmt vann VVB	1581	919	3389	4348	5815	5223	2009	4729	4729	4730	2947	1834
Bergnet Tappevann	6952	6642	7638	7306	6974	6310	0	3985	7306	6974	7306	5978
Faktisk Belysning	7701	6087	7824	5876	6622	5614	1410	5700	5700	7579	8255	6703
Bergnet Belysning	7189	6880	7912	7568	7224	6536	0	4128	7568	7224	7568	6192



Energioppfølging Rykkinn skole
Areal som benyttes i strømrregnskapet

2018

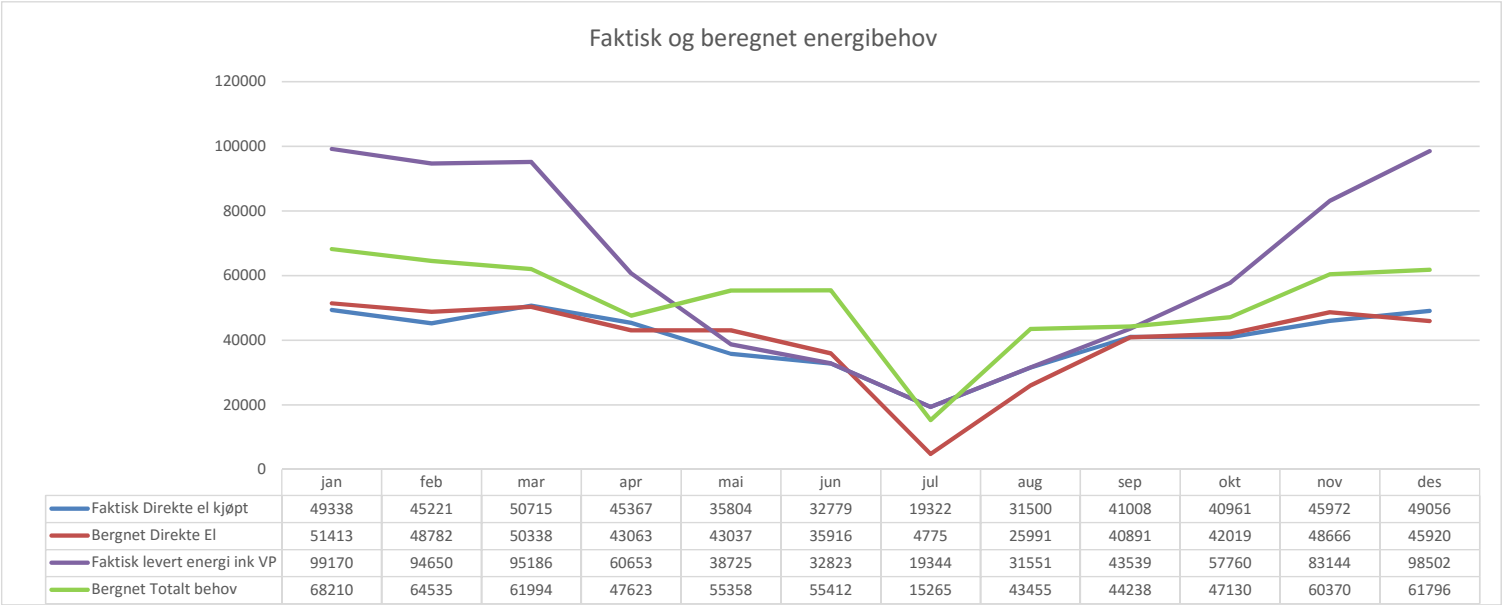
7235 m2

Akkumulert direkte el kjøpt 2018

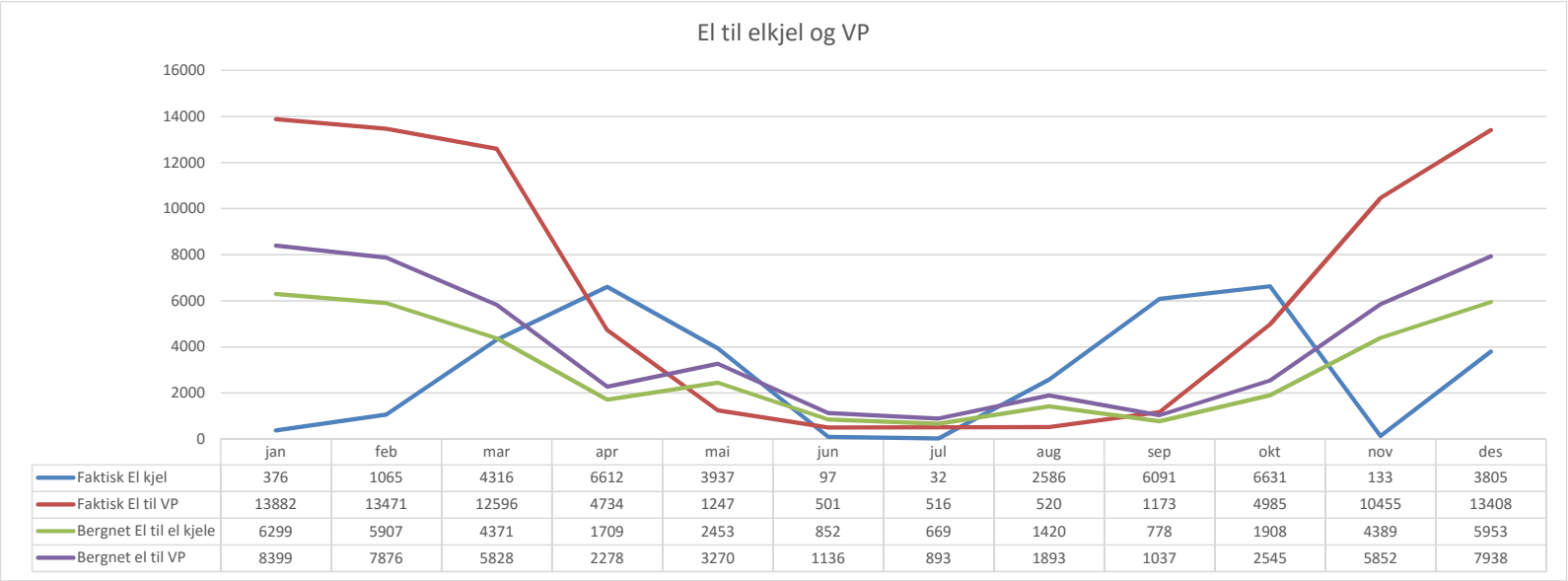
487043

	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Faktisk Direkte el kjøpt	49338	45221	50715	45367	35804	32779	19322	31500	41008	40961	45972	49056
Faktisk Belysning	7764	6051	6643	6734	5555	5658	1787	4508	7057	6730	7883	6512
Faktisk Ventilasjon	4795	4202	4538	4912	5549	6444	3169	6854	5653	5140	5300	5052
Faktisk Varmtvann VVB	2558	2747	4635	6860	5006	5802	1286	2895	6303	4575	5459	1957
Faktisk El kjel	376	1065	4316	6612	3937	97	32	2586	6091	6631	133	3805
Faktisk El til VP	13882	13471	12596	4734	1247	501	516	520	1173	4985	10455	13408
Faktisk Produsert varme VP	49832	49429	44471	15286	2921	44	22	51	2531	16799	37172	49446
Faktisk SCOP VP	3,6	3,7	3,5	3,2	2,3	0,1	0,0	0,1	2,2	3,4	3,6	3,7
Faktisk El til oppvarming	14258	14536	16912	11346	5184	598	548	3106	7264	11616	10588	17213
Faktisk Andel el til oppvarming	29 %	32 %	33 %	25 %	14 %	2 %	3 %	10 %	18 %	28 %	23 %	35 %
Faktisk levert energi ink VP	99170	94650	95186	60653	38725	32823	19344	31551	43539	57760	83144	98502

Faktisk og beregnet energibehov	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Faktisk Direkte el kjøpt	49338	45221	50715	45367	35804	32779	19322	31500	41008	40961	45972	49056
Bergnet Direkte El	51413	48782	50338	43063	43037	35916	4775	25991	40891	42019	48666	45920
Faktisk levert energi ink VP	99170	94650	95186	60653	38725	32823	19344	31551	43539	57760	83144	98502
Bergnet Totalt behov	68210	64535	61994	47623	55358	55412	15265	43455	44238	47130	60370	61796
Faktisk Direkte el kjøpt	6,8	6,3	7,0	6,3	4,9	4,5	2,7	4,4	5,7	5,7	6,4	6,8
Bergnet Direkte El	7,1	6,7	7,0	6,0	5,9	5,0	0,7	3,6	5,7	5,8	6,7	6,3
Bergnet Totalt behov	9,4	8,9	8,6	6,6	7,7	7,7	2,1	6,0	6,1	6,5	8,3	8,5
Faktisk levert energi ink VP	13,7	13,1	13,2	8,4	5,4	4,5	2,7	4,4	6,0	8,0	11,5	13,6



El til el kjel og VP	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Faktisk El kjel	376	1065	4316	6612	3937	97	32	2586	6091	6631	133	3805
Faktisk El til VP	13882	13471	12596	4734	1247	501	516	520	1173	4985	10455	13408
Bergnet El til el kjele	6299	5907	4371	1709	2453	852	669	1420	778	1908	4389	5953
Bergnet el til VP	8399	7876	5828	2278	3270	1136	893	1893	1037	2545	5852	7938



Tappevann og belysning	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Faktisk Varmt vann VVB	2558	2747	4635	6860	5006	5802	1286	2895	6303	4575	5459	1957
Bergnet Tappevann	6952	6642	7638	7306	6974	6310	0	3985	7306	6974	7306	5978
Faktisk Belysning	7764	6051	6643	6734	5555	5658	1787	4508	7057	6730	7883	6512
Bergnet Belysning	7189	6880	7912	7568	7224	6536	0	4128	7568	7224	7568	6192

