



## Forord

Denne oppgaven markerer avslutningen på mastergradsstudiet i Teknologi: Byggeteknikk og Arkitektur, ved Institutt for Matematiske Realfag og Teknologi (IMT), ved Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet (NMBU). Arbeidet har pågått våren 2014, og omfatter 30 studiepoeng.

Tema for oppgaven er energieffektivisering av bygården Tollbugata 13 i Drammen. Grunnen til at man ønsker å energieffektivisere dette bygget, er at Politikerne i Drammen har utpekt bydelen Strømsø som et områdeprosjekt i Framtidens byer og FutureBuilt, der området skal utvikles til et forbilde på klimavennlig byutvikling. På bakgrunn av dette har det rådgivende ingeniørfirmaet Høyer Finseth utarbeidet en grov tilstandsanalyse av denne enkelte bygården, der det kommer frem at bygget er i energimessig dårlig forfatning, med lite isolasjon, mange kuldebroer og miljøfiendtlig oppvarmingssystem. Målet med oppgaven er å, ved hjelp av avanserte beregningsverktøy, finne ut hvilke tiltak man kan gjennomføre for å få denne bygården til å tilfredsstille kravene for passivhusstandarden som er utarbeidet av Standard Norge. Denne studien av bygget Tollbugata 13 inngår ikke som en offisiell del av Drammen kommune og FutureBUILTs planer for området Strømsø, men er en studie av hvilke tiltak som er mulige å gjøre for å energieffektivisere dette eksakte bygget.

Jeg vil benytte anledningen til å takke en del personer som har hjulpet meg gjennom masterarbeidet.

Fra det rådgivende ingeniørfirmaet Høyer Finseth, vil jeg takke Ellen Devold for å gjøre meg oppmerksom på at Tollbugata 13 kunne være et aktuelt tema for en masteroppgave, og Zahid Saleem ved samme firma som har vært tilgjengelig for spørsmål om temaet når det skulle være.

Videre vil jeg takke Drammen kommune for å være behjelpelige med å få tilgang på plantegninger og øvrig byggesakskorrespondanse.

En stor takk fortjener også min veileder John Petter Langdalen, som har tatt meg i mot med et smil, og gitt gode råd på veien.

Sist, men ikke minst, vil jeg jeg takke min samboer Line for å heie meg gjennom det siste halvåret, og vår felles sønn Vetle, som kom til verden bare dager før arbeidet med oppgaven ble påbegynt, og er en stor inspirasjon i hverdagen!

## Sammendrag

Energieffektivisering av eksisterende bygg er et tema som blir mer og mer aktuelt etter som verdens ressurser minker, og forurensningen øker. På det politiske plan verden over, er det enighet om at noe må gjøres med situasjonen, og den norske regjeringen har opprettet et samarbeid mellom Staten og Norges 13 største byer, som kalles Fremtidens Byer. Dette er et prosjekt som handler om å gjøre byene bedre å bo i, og å minke klimagassutslippene. Som en underorganisasjon av Fremtidens Byer, finner vi blant annet FutureBuilt, som arbeider med å gjøre byområder, rehabiliteringsprosjekter og nybygg til såkalte forbildeprosjekter. Prosjekter som skal vise, både nasjonalt og internasjonalt, at det går an å utvikle klimanøytrale byområder med høy kvalitet. Strømsø bydel i Drammen er en del av FutureBuilt, og her finner vi bygården Tollbugata 13, som er dårlig isolert, oljefyrt og generelt lite klimavennlig. Gjennom denne oppgaven vil jeg belyse tiltak som er mulig å gjennomføre for å få et bygg som Tollbugata 13 til å møte kravene vi finner for nybygg i forskriftene som gjelder i dag.

## Abstract

To redesign existing buildings in order to improve energy efficiency, is getting more and more important as the world's resources lessen, and pollution increases. There is an agreement amongst political parties world wide that the situation has got to be taken care of. The Norwegian government and country's 13 largest cities is cooperating on a project called Framtidens Byer (Cities of the Future). This project is all about making the cities better to live in, and also to reduce the climate gas polluting. A related project is called FutureBuilt, which is a cooperation all about making areas in the city, rehabilitation projects and new buildings become ideal projects. These projects are going to show, both locally and internationally, that it is possible to develop climate neutral city areas of a high quality. The Strømsø area in Drammen is an area project for FutureBuilt, and in this area we find Tollbugata 13, which is poorly insulated, heated by fossil fuels and in general not very environmentally friendly. Through this Thesis, I will shed light on how you could renovate a building like Tollbugata 13, in order to meet today's rules and standards.

## Innhold

Bakgrunn for valg av oppgave .....	4
Problemstilling.....	5
Klimaforskningens historie .....	6
Tiltak for å bremse global oppvarming .....	6
Tiltak i Norge .....	7
FutureBuilt.....	7
Tollbugata.....	8
Strømsø .....	9
Klimagassutslipp fra bygg .....	10
Noen begreper .....	10
R-verdi og U-verdi.....	10
Lovverk .....	10
Tidligere byggeforskrifter .....	10
TEK10.....	11
Passivhusstandard sammenliknet med energikrav i TEK10.....	14
NS3031 .....	15
Utfordringer med passivhus.....	15
Kartlegging av eksisterende bygg.....	16
Tilstandsanalyse .....	16
Vanlige årsaker til å vurdere rehabilitering av bygninger .....	17
Dårlig isolasjon .....	18
Kuldebroer.....	18
Vinduer .....	20
Ventilasjonssystem.....	21
Oppvarmingsmetoder .....	22

Metoder for rehabilitering til høyere energieffektivitet.....	22
Passive tiltak.....	23
Aktive tiltak.....	26
Energieffektivisering gjennom redesign.....	30
Gjenoppbygging av yttervegger .....	31
Nye planløsninger innvendig.....	31
Verktøy og metode.....	32
Verktøy benyttet under arbeidet med denne oppgaven.....	32
THERM .....	32
SIMIEN .....	32
ARCHICAD .....	32
Metode.....	32
Det eksisterende byggets konstruksjon. ....	33
Konstruksjoner .....	34
Arealer .....	38
Ventilasjonssystem.....	38
Oppvarmingssystem.....	39
Utregninger og simuleringer for eksisterende konstruksjon .....	39
Beregnete U-verdier for byggets eksisterende konstruksjon .....	39
Beregnete kuldebroverdier (Se vedlegg 4).....	40
Inndata Simien.....	41
Resultater fra Simien – eksisterende bygg.....	44
Tiltak for å energieffektivisere Tollbugata 13. ....	53
Alternativ 1 – Kun passive løsninger .....	53
Resultater fra Simien – alternativ 1.....	57
Alternativ 2 – Isolering og nytt energiforsyningssystem.....	60

Resultater fra Simien – alternativ 2.....	60
Alternativ 3 – Helt ny klimaskjerm .....	63
Diskusjon .....	64
Konklusjon .....	65
Litteraturliste.....	66



## Bakgrunn for valg av oppgave

Bygningsmassen i Norge står for omtrent 40 prosent av all innenlands energibruk (Direktoratet for byggkvalitet, 2014). Dette er energi vi kunne hatt stor nytte av i andre aspekter av hverdagen, men i stedet går altså denne energien med til å varme opp boligene våre. Mye energi går med til å drive kjøretøy, oppvaskmaskiner, klokker og andre energiutnyttende ting i hverdagen også, men forskjellen er at oppvarming av boliger er energibruk som kunne vært forsvinnende liten, bare bygningskonstruksjonene hadde vært utført på riktig måte. Om man ønsker det, kan man faktisk oppnå at huset produserer, fremfor å bruke, energi. Dette kan man attpåtil oppnå samtidig som komforten forbedres.

Ved nybygging i dag, er man pålagt å følge den nyeste byggtekniske forskriften (TEK10), noe som innebærer visse krav til energibruk. Disse kravene var langt mindre strenge tidligere, og vi har derfor i dag en eksisterende bygningsmasse som krever mye energi til oppvarming, og mange av disse bygningene benytter i tillegg miljøfiendtlige oppvarmingsmetoder, basert på fossilt brensel.

Det har de siste tiårene vært større og større fokus på klimaendringer og global oppvarming. De fleste forskere er enige i at store deler av disse klimaendringene er menneskeskapt, og at de skyldes at det kontinuerlig blir sluppet store mengder klimagasser ut i atmosfæren. På grunnlag av dette har Norge påtatt seg internasjonale forpliktelser i klimapolitikken gjennom Kyotoprotokollen, og alle partiene på Stortinget, med unntak av FrP, gikk i 2008 inn for et klimaforlik der hovedessensen er at Norge skal kutte sine klimagassutslipp med 30 prosent sammenliknet med 1990-nivå, innen 2020. Forankret i dette klimaforliket finner vi samarbeidsprogrammet Framtidens Byer, og under dette igjen finner vi programmet FutureBuilt, som har som visjon å utvikle klimanøytrale byområder og arkitektur med høy kvalitet gjennom 50 forbildeprosjekter. FutureBuilt skal fungere som et utstillingsvindu, der både nasjonale og internasjonale interessenter gjennom forbildeprosjektene skal kunne hva som er mulig å få til ved bruk av teknologi som eksisterer i dag.

Ved å ta utgangspunkt i en bygård fra 1970-tallet, vil jeg gjennom denne mastergradsoppgaven belyse tiltak og virkemidler som kan benyttes for å rehabilitere et gammelt bygg slik at det tilfredsstillers dagens krav til passivhusstandard.

## Problemstilling

I denne mastergradsoppgaven skal jeg prøve å finne metoder som kan føre til at Tollbugata 13 går fra å være relativt energikrevende til å nærme seg miljøkravene i den nyeste byggt tekniske forskriften, TEK10. Jeg vil først simulere energiforbruket til bygget slik det fremstår per dags dato, og undersøke hvilke hvilke elementer som bidrar mest og minst til dagens energiforbruk. På bakgrunn av disse analysene, vil jeg fremme forslag til tiltak som kan utføres for å redusere energibruken til bygården, og diskutere hvorvidt disse tiltakene vil være lønnsomme med tanke på byggets levetid. Økonomiske spørsmål vil ikke være gjenstand for denne oppgaven

## Klimaforskningens historie

Jean Pierre Perraudin forklarte tidlig på 1800-tallet flyttblokker i de sveitsiske alper sin eksistens ved at de var plassert i landskapet av gigantiske isbreer, Ignaz Venetz foreslo i 1821 at isbreer tidligere hadde vært utbredt langt utenfor alpene, og norske Jens Esmark skrev i 1824 at Norges fjell måtte «ha været innhyllede i is lige ned til havet» (Bryhni, 1995, s. 163). Disse var noen av de første som påpekte sannsynligheten for at jorda gjennom tidene hadde vært utsatt for store endringer i klima. Den svenske fysikeren og kjemikeren Svante Arrhenius publiserte i 1896 artikkelen «On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground», der han, som en av de første i historien, beskrev den såkalte drivhuseffekten, og pekte på at produksjonen av klimagasser kunne bidra til en varmere klode (Arrhenius, 1896).

Klimaendringer har altså vært et tema blant forskere siden begynnelsen av 1800-tallet, og forskningen på menneskeskapte klimaendringer har heller ingen kort historie å vise til. Arrhenius mente dog at om vi brant drivstoff i samme tempo som i 1896, ville det ta 3000 år før CO<sub>2</sub>-nivået doblet seg. Dette ville føre til at den globale gjennomsnittstemperaturen steg med 5-6 grader, noe han heller ikke syntes var helt ueffekt, men derimot en behagelig forandring i kjølige Sverige (Arrhenius, 1896). Det Arrhenius ikke visste, var at 1900-tallet skulle preges av enormt mye større utslipp av karbondioksid til atmosfæren enn det som var tilfelle i 1896 (sett inn graf). Fordi økningen i klimagassutslipp var så formidabel på 1900-tallet, har klimaendringene, og verdens håndtering av disse, blitt en av de viktigste sakene verden har sett, både politisk og vitenskapelig. Det er en viktig sak på det politiske plan, fordi hele verden må stå sammen om å kutte utslippene av drivhusgasser, og det er en viktig sak på et vitenskapelig plan fordi vi ønsker å kunne leve med samme høye levestandard som vi har nå, samtidig som vi ønsker å minke utslippene av klimagasser betraktelig. Med dagens teknologi er dette en umulighet, og forskerne er nødt til å finne metoder og prosesser som gjør dette mulig.

## Tiltak for å bremse global oppvarming

Det er ikke slik at noen få personer kan si at hele verden skal kutte klimagassutslippene sine, og så skjer det. Jordas befolkning består av mange individer, og i alle verdens forskjellige hjørner er det forskjellige tiltak som må til for å bremse klimagassutslippene. I Norge bruker

vi mye energi på å varme opp boligene våre, mens de i sydligere strøk bruker mye energi på eksempelvis umoderne, ressurskrevende fremkomstmidler. Forandringer på et globalt nivå må nødvendigvis komme som et resultat av mange forskjellige tiltak på lokalt nivå, fordi det er forskjellige ting som skal til i forskjellige deler av verden. I klimaspørsmålet er vi derfor nødt til å forholde oss til ordtaket om at «mange bekker små gjør en stor å», fordi hver enkelt del av verden må finne sin måte å bidra på. I denne oppgaven kommer jeg til å beskrive en liten vanndråpe i en av de mange bekkene som gjør den store åen.

### Tiltak i Norge

Norge er et land som har alle muligheter til å kutte klimagassutslippene betraktelig, og på tross av at landet har tjent, og fortsatt tjener, store penger på noe så klimafiendtlig som olje, er vi samtidig i gang med å opprette tiltak som vil gjøre verden godt. Et av disse tiltakene er Framtidens Byer, et samarbeid mellom staten og de 13 største byene i Norge (Regjeringen, 2014). Framtidens Byer handler om å redusere klimagassutslippene og gjøre byene bedre å bo i, og består av tiltak på tvers av alle fagområder. Det kan dreie seg om alt fra arealplanlegging og transport, via forskjellige typer avfallshåndtering, til energi i bygg. Vi snakker altså fortsatt om en ganske «stor å».

Om vi begynner å plukke fra hverandre elementene som utgjør Framtidens Byer, finner vi snart to elementer som dreier seg mest om det forfatteren av denne teksten er mest opptatt av, nemlig bygg. De to elementene heter henholdsvis Framtidens Bygg og FutureBuilt. FutureBuilt omhandler regionen fra Oslo til Drammen (byene Oslo, Asker, Bærum og Drammen), mens Framtidens Bygg tar for seg de ti øvrige byene som inngår i Framtidens Byer (Tromsø, Trondheim, Stavanger, Sandnes, Sarpsborg, Fredrikstad, Skien, Porsgrunn, Kristiansand og Bergen). Bortsett fra de regionsmessige forskjellene, og at FutureBuilt strekker seg til 2020, mens prosjektet Framtidens Bygg avsluttes i 2014, er programmene ganske like (Moe og Waage, 2012).

### FutureBuilt

FutureBuilt er et program som fikk sin spede begynnelse i 2007, da Norske arkitekters landsforbund sammen med Husbanken utarbeidet et skisseprosjekt som de kalte By- og boligutstilling Oslo – Drammen. Denne tidligere tittelen var kanskje ikke spesielt fengende, men beskriver godt hva programmet går ut på. Et av målene med FutureBuilt er nemlig å utvikle forbildeprosjekter som andre aktører innenfor byggenæringen, både nasjonalt og

internasjonalt, kan ta lærdom av, altså en by- og boligutstilling. Forbildeprosjektene kan være alt fra enkeltbygg, torg og gater, til store byområder, og «skal ha høy arkitektonisk kvalitet, bidra til et godt bymiljø og være lokalisert nær kollektivknutepunkter» (FutureBuilt, 2014a)

FutureBuilts uttalte mål er følgende:

- Realisere 50 forbildeprosjekter med minst 50 prosent redusert klimagassutslipp
- Være et utstillingsvindu nasjonalt og internasjonalt
- Stimulere til nyskapning og endret praksis

Om disse målene nås, vil de sammen dra prosjektet i retning av visjonen, som er «å vise at det er mulig å utvikle klimanøytrale byområder og arkitektur med høy kvalitet».

Ved inngangen til 2013 var FutureBuilt i gang med, eller hadde ferdigstilt, 24 forbildeprosjekter. 3 områdeprosjekter, 5 rehabiliteringsprosjekter og 16 nybygg (FutureBuilt, 2014b).

#### Tollbugata

Tollbugata ble opprinnelig kalt Storgaten eller Strømsø Storgate, og var i sin tid Strømsøs viktigste bygate. Det er en av de eldste gatene på Strømsø, noe mange av bygningene vi finner her bærer preg av. Dessverre ble Tollbugata noe rasert i forbindelse med byggingen av Strømsøbrua (brua mellom Strømsø og Holmen) i 1966 og Drammensbrua (motorveibrua) i 1975 (Drammen kommune, 2013a), der blant annet Strømsøs tidligere sentrum, Gyldenløves Plass, ble nesten fullstendig utradert, for å gi plass til det som i dag er en trafikkmaskin. Antageligvis er denne «trafikaliseringen» av området en av årsakene til at Tollbugata har mistet mye av statusen den hadde som en av hovedgatene på Strømsø.

De senere årene har gata fått en liten renessanse, med en del små serveringssteder, og Byplanavdelingen i Drammen kommune planlegger også en renovasjon av selve gata, og gjorde i forbindelse med dette en rekke eksperimenter i gatebildet mellom Juni 2012 og Juni 2013. På Drammen kommunes hjemmesider står det om disse eksperimentene følgende:

*Bakgrunnen for prosjektet er å teste og høste erfaringer med hvordan mennesker bruker gata når omgivelsene i gata endrer seg før kommunen beslutter endelige utforming av gata. I tillegg vil vi utfordre dagens bruksmønster og forestillinger om hva Tollbugata er og kan være - med tanke på at Tollbugata har vært og igjen kan bli Strømsøs viktigste bygate (Drammen kommune, 2013b).*

Kommunen henter altså til at gata igjen kan bli Strømsøs viktigste bygate, så målene for hva strøket kan bli er høye.

### Strømsø

Et av de tre områdeprosjektene FutureBuilt jobber med, er området Strømsø i Drammen. I følge Drammen kommunes internettsider, har Strømsø alltid huset en rekke små bedrifter og forretninger, men mange av disse har de senere årene forvunnet. I tillegg til er mye av den gamle småhusbebyggelsen er revet (Knudsen og Alfsen, 2014). Grunnene til denne fraflyttingen kan være mange, men det er et faktum at mange trafikkerte broer leder til Strømsø, noe som ikke bidrar til et koselig bymiljø. Det er også et kjent problem verden rundt at områder som huser jernbanestasjoner tiltrekker seg ymse klientell. Strømsø er et område som gjennom mange år ble neglisjert, og sakte, men sikkert forfalt. «Drammen har kjempet i 160 år for å få skikk på Strømsø», skrev Carl-Erik Grimstad i en kommentar i DT i 1999, der han fortalte om en bydel der den ene butikken etter den andre stengte dørene, og et område som gikk i oppløsning (Grimstad, 1999).

Drammen kommune har dog lenge ønsket å gjøre noe med Strømsøs falmende rykte, og som med mye annet i Drammen de senere årene har ord blitt til handling forholdsvis raskt. De senere årene har satsningen på området Strømsø vært markant, blant annet med stor utbygging og fornyelse på den såkalte Papirbredden, som tidligere var fabrikkområde for papirfabrikken Drammen Paper Mill/Papirfabrikken Union. Nå er også Strømsø gjort til forbildeprosjekt i FutureBuilt, og forhåpentligvis kan dette bidra til at bydelen i fremtiden atter skinner.

## Klimagassutslipp fra bygg

I følge en rapport utviklet i forbindelse med Klimakur 2020, utgjør utslippene fra bygninger i dag under 3 prosent av landets årlige totale CO<sub>2</sub>-utslipp. Tallet er såpass lavt fordi vi i Norge har tilgang på mye fornybar energi gjennom vannkraft. De klimagassutslippene som forekommer, forekommer ifølge rapporten på grunn av bruk av fossilt brensel, som fyringsolje, parafin og naturgass, hovedsakelig til oppvarming av boliger (Lindberg og Magnussen, 2010). I tillegg er elektrisitet kreditert med et klimagassutslipp lik null i denne rapporten, noe som ikke *helt* stemmer, all den tid Norge importerer elektrisk kraft fra utenlandske el-produsenter som ikke nødvendigvis baserer el-produksjonen på fornybare kilder. Oppvarming av norske boliger med elektrisitet som varmekilde er veldig utbredt, og når man inkluderer elektrisitet, står bygningsmassen for omkring 40% av all innenlands energibruk i Norge (Direktoratet for byggkvalitet, 2014). De reelle utslippene fra bygninger er nok derfor en del høyere enn tre prosent.

## Noen begreper

### R-verdi og U-verdi

R-verdien til en bygningskomponent er en betegnelse på den dimensjonerende varmemotstanden i komponenten, og finnes ved å dividere komponentens tykkelse,  $d$ , på materialets dimensjonerende varmekonduktivitet,  $\lambda$ . Altså:  $R=d/\lambda$ . Enheten for R-verdien er  $m^2K/W$ .

U-verdi er et mål på hvor lett en bygningskomponent slipper gjennom varme, nærmere bestemt hvor mye varme per tidsenhet som kan strømme gjennom et areal på én kvadratmeter, ved en konstant temperaturforskjell på 1K, eller  $W/m^2K$ . Det er ønskelig med en så lav U-verdi som mulig i bygningskomponenter.

U-verdien er altså den inverse av R-verdien.

## Løverk

### Tidligere byggeforskrifter

De største byene i Norge begynte å få sine egne regler for plan- og bygningsutforming etter hvert som samfunnet ble mer og mer urbanisert på 1800-tallet (Regjeringen, 2005). I 1924 kom den første loven av dette slaget som gjaldt for alle byer i hele landet. «Lov om bygningsvesenet» ble vedtatt i 1924, og trådte i kraft i 1929. Lov om bygningsvesenet av

1924 gjaldt i drøyt førti år, frem til den ble erstattet av Bygningsloven av 1965, før Plan- og bygningsloven overtok i 1985. Byggeforskrifter er utfyllende bestemmelser basert på disse lovene, og beskriver mer detaljert kravene for hvordan en skal bygge. «Forskrift om materialer og konstruksjoner m.m.» kom i 1924, altså omtrent samtidig som Lov om bygningsvesenet. Senere har vi fått nye forskrifter i 1949, 1969, 1985 og 1987, før «Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk» (TEK) kom i 1997. I hele perioden har forskriftene blitt oppdatert med ujevne mellomrom, i form av tillegg eller endringer, for eksempel fikk TEK små oppdateringer i 99, 01, 03 og 07, før TEK10 tok over i 2010.

#### TEK10

Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift), populært kalt TEK10, trådte i kraft 01.07.2010, og er den forskriften som gjelder i dag. Den blir kontinuerlig oppdatert, og siste endring trådte i kraft 01.01.2014. Når det gjelder denne oppgaven er kapittel 14 i forskriften interessant, da dette omhandler energikrav til bygg som oppføres i dag.

Energikravene i TEK10 kan imøtekommes ved å tilfredsstille nivåene angitt i §14-3, eller om bygningen har totalt netto energibehov mindre enn energirammene angitt i §14-4. Enten §14-3, eller §14-4 legges til grunn, skal minstekravene i §14-5 tilfredsstilles.



§14-3 Energiltak	Beskrivelse	Verdi	Enhet
Transmisjons- varmetap	Andel vindus- og dørareal sammenlignet med oppvarmet BRA	≤ 20	%
	U-verdi – yttervegg	≤ 0,18	W/(m <sup>2</sup> K)
	U-verdi – tak	≤ 0,13	W/(m <sup>2</sup> K)
	U-verdi – gulv	≤ 0,15	W/(m <sup>2</sup> K)
	U-verdi – glass/vindu/dør inkludert karm/ramme	≤ 1,20	W/(m <sup>2</sup> K)
	Normalisert kuldebroverdi, der m <sup>2</sup> angis i oppvarmet BRA, for småhus	≤ 0,03	W/(m <sup>2</sup> K)
	Normalisert kuldebroverdi, der m <sup>2</sup> angis i oppvarmet BRA, for øvrige bygninger	≤ 0,06	W/(m <sup>2</sup> K)
Infiltrasjons- og ventilasjons- varmetap	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell, for småhus	≤ 2,5	Luftvekslinger/time
	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell, for øvrige bygninger	≤ 1,5	Luftvekslinger/time
	Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg, boligbygg og arealer der varmegjenvinning medfører risiko for spredning av forurensning eller smitte	≥ 70	%
	Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg, øvrige bygninger og arealer	≥ 80	%
Øvrige tiltak	Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP), boligbygg	≤ 2,5	kW/(m <sup>3</sup> /s)
	Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP), boligbygg	≤ 2,0	kW/(m <sup>3</sup> /s)

Om man velger å følge §14-3, men ikke klarer å oppnå kravet på 0,18W/(m<sup>2</sup>K), kan man allikevel oppfylle kravene til TEK10, om man kompenserer for den høye verdien gjennom lavere verdier andre steder. Om man velger en slik løsning må man følge presise omfordelingsregler (471.023).

Bygningskategori	Totalt netto energibehov (kWh/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA pr. år)
Småhus, samt fritidsbolig over 150m <sup>2</sup> oppvarmet BRA	120 + 1600/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA
Boligblokk	115
Barnehage	140
Kontorbygning	150
Skolebygning	120
Universitet/høyskole	160
Sykehus	300 (335)
Sykehjem	215 (250)
Hotell	220
Idrettsbygning	170
Forretningsbygg	210
Kulturbygning	165
Lett industri/verksteder	175 (190)

*Kravene gitt i parentes gjelder for arealer der varmegjenvinning av ventilasjonsluft medfører risiko for spredning av forurensning/smitte.*

Om man følger §14-4, kan man velge konstruksjoner med lavere krav enn om man følger §14-3, så lenge det totale netto energibehovet tilfredsstiller verdiene i tabellen, samt at man holder seg innenfor minstekravene som er oppført i §14-5.

U-verdi – yttervegg [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-verdi – tak [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-verdi – gulv på grunn [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-verdi – vindu og dør, inkl. karm/ramme [W/(m <sup>2</sup> K)]	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftvekslinger/time)
≤ 0,22	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 1,6	≤ 3,0

Mistekravene i §14-5 er endelige, og kan ikke overskrides. Det er riktignok mulig å oppfylle kravene i §14-3 og §14-4 selv om man skulle overskride noen av disse verdiene, men grunnen til at mistekravene knyttet til varmeisolasjon og tetthet er innført, er for «å sikre en akseptabel bygningskropp i alle nye bygninger» (Direktoratet for byggkvalitet, 2014). Med det menes at man skal sikre at bygningen har god kvalitet i alle ledd.

## Passivhusstandard sammenliknet med energikrav i TEK10

«Et *passivhus* er en bygning der termisk komfort (ISO 7730) kan oppnås kun ved hjelp av forvarming eller forkjøling av den friske luften som trengs for å oppnå tilstrekkelig kvalitet på inneluften – uten behov for ytterligere resirkulering av luft» (Anda og Bjelland, 2013, s. 20).

Dette er en definisjon på hva et passivhus kan være, men kriteriene for å kalle et hus passivhus er ikke internasjonalt standardiserte, og selv om grunnprinsippene er de samme, kan hvert land derfor lage sine egne krav. I denne oppgaven vil jeg legge den norske passivhusstandard til grunn. Den norske standarden tar hensyn til særskilte norske forhold, som strengt klima, og en stor andel småhusbebyggelse. Oppvarmet BRA og lokalt klima der huset bygges gjør at kravene til hva som kan kalles passivhus endres. En enebolig vil derfor ikke ha like høye krav til oppvarmingsbehov per kvadratmeter som et rekkehus, og et hus plassert i Šihččajávri, et sted med årlig middeltemperatur på  $-3,1^{\circ}\text{C}$ , vil ikke ha like krav som et identisk hus plassert på Skudeneshavn, der årlig middeltemperatur ligger på  $7,7^{\circ}\text{C}$ . Minstekrav til energibehov for bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall finnes (se tabell under), men eksakte verdier for energirammer eller energiltak, slik vi finner for standarden i TEK10, finnes ikke. De norske kriteriene for passivhus for boligbygninger finner man i Norsk Standard NS 3700 og NS 3701. Disse standardene viser hva minstekravene er om man vil kalle en norsk bygning et passivhus. Energibehov til oppvarming, og beregningskriterier og minstekrav til bygningsdeler og installasjoner er emner som behandles i standarden. Kriteriene i NS3700 kan ligge til grunn for prosjektering, sertifisering og dokumentasjon for boliger som kan klassifiseres som passivhus.

### *1) Minstekrav til bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall - passivhus*

<b>Bygningsdel</b>	<b>Verdi</b>	<b>Enhet</b>
U-verdi – yttervegg	$\leq 0,15$	W/(m <sup>2</sup> K)
U-verdi – tak	$\leq 0,13$	W/(m <sup>2</sup> K)
U-verdi – gulv	$\leq 0,15$	W/(m <sup>2</sup> K)
U-verdi – glass/vindu/dør inkludert karm/ramme	$\leq 0,80$	W/(m <sup>2</sup> K)
Normalisert kuldebroverdi	$\leq 0,03$	W/(m <sup>2</sup> K)
Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell, for småhus	$\leq 0,60$	Luftvekslinger/time
Virkningsgrad for varmegjenvinner	$\geq 80$	%
Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP)	$\leq 1,5$	kW/(m <sup>3</sup> /s)

Bygningskategori	Totalt netto energibehov (kWh/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA pr. år) TEK10	Estimert totalt netto energibehov (kWh/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA pr. år) Passivhus	Krav for passivhus kontra TEK10 (%)
Småhus, samt fritidsbolig over 150m <sup>2</sup> oppvarmet BRA	120 + 1600/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA	80	
Boligblokk	115	80	70
Barnehage	140	65	46
Kontorbygning	150	95	63
Skolebygning	120	75	63
Universitet/høyskole	160	95	59
Sykehus	300 (335)	180	60 (54)
Sykehjem	215 (250)	100	47 (40)
Hotell	220	90	41
Idrettsbygning	170	100	59
Forretningsbygg	210	130	62
Kulturbygning	165	70	42
Lett industri/verksteder	175 (190)	90	51 (47)

Kravene gitt i parentes gjelder for arealer der varmegjenvinning av ventilasjonsluft medfører risiko for spredning av forurensning/smitte.

### NS3031

Enten man vil følge TEK10 eller om man går for passivhusstandard, er det vanskelig å oppnå kriteriene som gis uten å kjenne beregningsmetodene som ligger til grunn. Disse metodene finnes i NS3031: Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data. Ved beregning av passivhusstandard kan avvik forekomme, da lokalt klima må tas hensyn til.

### Utfordringer med passivhus

Grunnen til at passivhus har blitt en standard mange ønsker å nærme seg når de bygger nye hus, er at disse er energieffektive i forhold til standarden man finner i TEK10. Energieffektive hus betyr mindre energibruk, hvilket er godt for miljøet og godt for lommeboka til huseier. Allikevel har passivhusstandard sine motstandere. «Hva med andre forurensninger og giftstoffer? Hva med inneklimate? Og hva med de mange klimautslipp som ikke er relatert til energi?» Spør Chris Butters og Bente Nuth Leland i boka Fra passivhus til sunne hus (2012).

Kravene til passivhus innebærer at husene skal være meget lufttette, slik at omtrent all ventilasjon skal gå gjennom et balansert ventilasjonssystem. Kravene til lufttetthet bringer

med seg flere utfordringer. Mange mener at det stiller urealistisk høye krav til utførelsen i byggefasen, da kravene er så strenge at en liten utilsiktet rift i dampsperra kan føre til at passivhusstandarden ikke nås. I tillegg vil en slik rift få mye større konsekvenser enn i et vanlig hus fordi riften kan føre til akkumulert fukt som blir vanskelig å lufte ut. Risikoen er også stor for å bygge inn fukt i konstruksjonen allerede fra starten, om man ikke er veldig påpasselig ved oppføringen av bygget. Om fukt sperres inne kan det føre til store skader i konstruksjonen, samt at risikoen for helseforringende sopp er tilstede.

Et annet tema som gir grunnlag for kritiske blikk, er den tette konstruksjonen kombinert med et ventilasjonssystem som skal ta seg av alt luftskifte. Om anlegget skulle bli ødelagt, vil å bo i et passivhus fortone seg som å «bo i en termos», mener noen (Landsend, 2011).

Passivhus krever som nevnt høy grad av tetthet i bygningskroppen, og for å oppnå denne tettheten fungerer noen materialer bedre enn andre. Syntetiske materialer som f.eks. plast i forskjellige former er ikke alltid miljøvennlig fremstilt. Kritikerne mener at man må se nøyer på livsløpet til et hus, altså inkludert bygging og riving, når man betrakter hvor miljøvennlig det er. Hvis man slipper ut mange ganger så mye klimagasser ved å bygge passivhus som ved å bygge et hus av «vanlig» standard, hjelper det kanskje ikke så mye at man bruker mindre på å varme det opp i det daglige. Det «store» energiregnskapet som inkluderer produksjon, livsløp og destruering eller gjenvinning, kan dermed diskuteres (Rodahl, 2011).

## Kartlegging av eksisterende bygg

### Tilstandsanalyse

Det kan være mange forskjellige grunner til at man velger å rehabilitere et bygg. I noen tilfeller kan det være fordi man ikke synes bygget er like tiltalende som det var da det var nytt og moderne, og rett og slett ønsker en forandring for forandringens skyld. I andre tilfeller kan behovet for rehabilitering være mer prekært, og noen ganger en nødvendighet for at bygningen i det hele tatt skal kunne brukes. Behovet kan ha oppstått på grunn av lang tids mangel på vedlikehold, eller det kan ha oppstått på grunn av en akutt hendelse som brann, lekkasje eller lignende. Uansett hvorfor behovet for rehabilitering er tilstede, vil det være lurt å gjøre en tilstandsanalyse før man setter i gang arbeidet, for på den måten å kunne finne hittil uoppdagede svakheter, samt å konstatere hvor alvorlige feilene/manglene i bygget er. Om en bygning har synlige og åpenbare feil, er det godt og vel å utbedre dette, men om det i tillegg til disse feilene finnes skjulte skader, vil utbedringen av de synlige

skadene i verste fall kunne være til ingen nytte. Et eksempel er om en huseier oppdager at et bord i panelet er råttent, hvorpå han skifter dette enkeltboret uten å vite årsaken til at bordet råtnet i utgangspunktet. Kanskje er det en lekkasje som krever videre utbedring, og kanskje finnes det andre svakheter ved bygget som krever tiltak når man allikevel er i gang med å skifte det råtnet bordet. Slike ting kan man finne ved å utføre en tilstandsanalyse, og ved å gjennomføre en slik analyse kan man derfor spare sitt fremtidige selv for både penger og problemer. En tilstandsanalyse kan også være grunnlag for taksering, ferdigbefaring, garantibefaring, kjøp og salg av eiendommen og vedlikeholdsplan (Sintef Byggforsk, 1994).

Tilstandsanalyser kan gjennomføres på flere forskjellige måter, og man snakker om tre forskjellige registreringsnivåer.

- Nivå 1: Det groveste nivået av tilstandsregistrering. Baseres i hovedsak på synsinntrykk, selv om enkle målinger kan gjøres.
- Nivå 2: Fortsatt en generell registrering, men man går dypere og mer detaljert til verks enn det man gjør ved en analyse på nivå 1. Her tar man også hensyn til underlagsdata som tegninger, beskrivelser og så videre. Om man på dette nivået finner feil, skal det gjennomføres mer omfattende registreringer og/eller målinger.
- Nivå 3: Det fineste nivået av tilstandsregistrering. Dette benyttes kun ved spesielle situasjoner, og man tar kun for seg enkelte bygningsdeler. Her benytter man nøyaktige måle- og prøvemetoder, og også enkelte laboratoriemålinger.

Selv om et høyere nivå på tilstandsregistreringen vil gi en mer nøyaktig tilstandsanalyse, er det allikevel ikke alltid ønskelig å gå så grundig til verks som man gjør ved nivå 3. Dette er fordi at en grundigere sjekk gjør at man må utføre mer omfattende prøvetakning, og dermed i noen tilfeller må «ødelegge» konstruksjonen for å få de svarene man ønsker. Dette kan være å bore hull i vegger for å finne nøyaktig oppbygning, pigge opp armert betong for å finne tilstanden på armeringen og så videre (Sintef Byggforsk, 1994).

### [Vanlige årsaker til å vurdere rehabilitering av bygninger](#)

Om en bygning har åpenbare mangler, feil eller defekter som gjør at det ikke er mulig, eller i ytterste konsekvens farlig å benytte den til det formålet den i utgangspunktet var bygget for, er det åpenbart at man bør vurdere å rehabilitere. Det er dog ingen grunn til å vente til en konstruksjon er helt ødelagt før man vurderer å gjøre noe med den. Av og til kan et bygg

være så godt som nytt, men allikevel ha behov for en overhaling. Etter som tiden går kommer bedre løsninger og materialer på markedet. Forskjellige tidsepoker vil være preget av den gjeldende tidsepokens mote innenfor arkitekturen. Disse motene kan av og til vise seg å legge vekt på løsninger som passer dårlig med det vi anser som praktisk i etterkant. I tillegg til denne arkitekturelle biten, vil også de konstruksjonsmessige finessene i bransjen utvikle seg, og en bygning som en gang i tiden var helt i toppsjiktet hva gjelder materialvalg og detaljer, kan i dag være helt utdatert. Dette på tross av at drift og vedlikehold har vært upåklagelig gjennom tiden, og bygningen har vært gjennom minimalt med slitasje. Et nytt bygg som følger nåtidens krav til spesifikasjoner vil ha høyere grad av komfort enn et nytt bygg som følger kravene som gjaldt for noen tiår siden.

### Dårlig isolasjon

I følge byggeforskriften av 1969 skal k-verdien for fasader og kjelleryttervegger ikke overstige  $0,45 \text{ W/m}^2\text{C}$ , der k-verdien er identisk med det vi i dag kaller U-verdi. Dette er 2,5 ganger høyere enn dagens krav til U-verdi for yttervegger, som ligger på  $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Når man ser på Byggeforskriften av 1987 stiller denne krav til varmeisoleringen i ytterveggene som stort sett representerer 30 - 35 % av maksimalt varmetap tillatt etter forskriften av 1949, så man kan trygt si at det skjedde mye med kravene i løpet av forrige århundre.

### Kuldebroer

En kuldebro kan defineres som «et felt i en varmeisolert konstruksjon som har vesentlig dårligere isolasjon enn konstruksjonen for øvrig» (Buø et al., 1981, s. 6). Konsekvensene av dette kan være generelt varmetap innad i bygningen, og reduksjon av overflatetemperaturer. Kuldebroer kan dermed føre til tap av komfort innad i bygget, sverting, temperaturspenninger, samt skader på bygningskroppen i form av at det akkumuleres fukt når man har lave temperaturer på overflater kontra den generelle lufttemperaturen. Kuldebroer oppstår der en har hel eller delvis gjennomtrengning av den omsluttende konstruksjonen av materialer med høyere varmekonduktivitet, endring i konstruksjonens tykkelse eller der en har forskjell på det innvendige og det utvendige arealet (Geometrisk kuldebro) (Gustavsén et al. 2008).

Kuldebroer er målbare og kan tallfestes gjennom en kuldebroverdi som betegnes med symbolet  $\Psi$ . Denne omtales også som varmegjennomgangskoeffisient og viser varmetapet per lengdeenhet for kuldebroen multiplisert med antall grader Kelvin. Enheten er altså

W/mK. Punktkuldebroer som betegnes med symbolet X, som for eksempel søyler eller festemidler, har ingen lengde, og betegnes med enheten W/K.

Kuldebroverdier kan finnes ved å benytte følgende metoder:

- Grovestimering. Man klassifiserer kuldebroen i en gruppe, avhengig av kritisk isolasjonstykkelse i en eventuell kuldebrobryter, samt  $\lambda$ -verdien for materialet som har minst isolasjonsevne rundt selve kuldebroen. Ut fra dette kan man finne en kuldebroverdi i en tabell.
- Kuldebroatlas. Sintef Byggforsk har utviklet et såkalt kuldebroatlas, der de har samlet et stort antall typer vanlige kuldebroer med tilhørende kuldebroverdi. For å bruke kuldebroatlasen må man nødvendigvis jobbe med konstruksjoner som er tilnærmet lik de man finner her.
- Manuell beregning
- Numerisk beregning etter elementmetoden. Dette går ut på at man deler opp en konstruksjonsdetalj i mange små deler. Hver av disse delene forholder seg til naturlovene om varmestrøm med god nøyaktighet, og man kan derfor sette opp store ligninger med veldig mange elementer. Disse ligningene regnes ut ved hjelp av datamaskin, og man sitter til slutt igjen med en ganske nøyaktig kuldebroverdi.

TEK10 opererer med uttrykket «normalisert kuldebroverdi». Dette er summen av varmetapet fra alle kuldebroer, dividert med oppvarmet bruksareal. Denne skal ikke overstige  $0,03\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$  for småhus eller  $0,06\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$  for øvrige bygninger. Kuldebroer som inngår i konstruksjonens U-verdi, som for eksempel stendere og losholter i en bindingsverksvegg, skal ikke tas med når man beregner normalisert kuldebroverdi. Normalisert kuldebroverdi beregnes derimot på grunnlag av øvrige kuldebroer, som etasjeskillere, vinduer og så videre (Sintef Byggforsk, 2008).



Normalisert kuldebro er definert på følgende måte:

$$NKV = \frac{\sum_i \Psi_i \cdot l_i + \sum_i X_i}{A_{BRA}}$$

Der

$\Psi_i$  = kuldebroverdien for en lineær kuldebro

$l_i$  = lengden på de respektive kuldebroene

$X_i$  = Varmetap fra tredimensjonale kuldebroer (punktkuldebroer)

$A_{BRA}$  = oppvarmet bruksareal

## Vinduer

Vinduer er en av de bygningsdelene som er svakest når det gjelder isolerende egenskaper. Allikevel vil vi ofte ha mest mulig vindusareal i bygningene våre, spesielt i rom som skal benyttes som oppholdsrom. Teknologien bak vinduers isolerende egenskaper har utviklet seg mye de siste tiårene, og vinduet er av den grunn et element som kan være kilde til store gevinster når det gjelder energieffektivisering av bygg.

I byggeforskriften fra 1969 er krav til k-verdi (datidens betegnelse for U-verdi) for vinduer ikke spesifisert, da de heller benyttet k-verdikrav for hele ytterveggen, og vinduene inngikk i dette kravet. I Byggeforskriften for 1987 kom imidlertid spesielle krav for vinduene, og den maksimale U-verdien for vinduer ble da satt til 2,40 W/(m<sup>2</sup>K) ved en innetemperatur som oversteg 18 °C, og det er liten grunn til å tro at standarden for vinduer var lavere (altså *bedre*) enn dette tidligere. Dagens krav (TEK10) er at vinduer skal ha en maksimal verdi på 1,2 W/(m<sup>2</sup>K), en verdi som er halvparten så stor som det kravet var i 1987, og vi kan konkludere med at de fleste vinduer vi finner i hus bygget før 1987 neppe tilfredsstillers dagens krav. Om vi i tillegg skal prøve å nærme oss kravene for passivhus må vi ned i 0,8 W/(m<sup>2</sup>K), altså en tredjedel av kravet fra 1987.

I tillegg til at kravene for vinduer ikke var like høye som de er i dag, er det også fare for at vinduenes isolerende egenskaper er svekket i løpet av årene som er gått, som regel på grunn

av slitasje i elementene rundt selve vindusglasset. Råteskader, utslitt vinduskitt, skadde glass, utette monteringsfuger, dårlige limfuger eller vindusbeslag er noen mulige årsaker til at et vindu gjennom årene har mistet noen av sine isolerende egenskaper (Sintef Byggforsk, 1996).

### Ventilasjonssystem

Kravene til ventilasjonsanlegg for nye boliger er i dag mer spesifikke enn på 1900-tallet. Det har blitt strengere og mer detaljerte krav til for eksempel hvor mye luft som skal tilføres per areal per tidsenhet. I byggeforskriften for 1969 var der for eksempel ingen spesielle krav til ventilasjon i oppholdsrom, herunder soverom, utover at man skulle ha frisklufttilførsel som skulle komme fra «Vindu som kan åpnes, eller regulerbar ventil med fri åpning 30 cm<sup>2</sup> i yttervegg» (Byggeforskriften, 1969). I dag er det blant annet et krav om at «soverom skal tilføres minimum 26 m<sup>3</sup> friskluft pr. time pr. sengeplass når rommet eller boenheten er i bruk» (TEK10, kap. 13-2).

Mens det i tidligere tider var vanlig å benytte naturlig eller mekanisk ventilasjon, ble det utover i 1990-årene og frem til i dag mer og mer vanlig å installere såkalt balansert ventilasjon.

Naturlig ventilasjon foregår, som navnet tilsier, uten at luft blir forsert ut eller inn. Luftskiftet blir forårsaket av vindtrykk, og termisk oppdrift som oppstår på grunn av forskjell i temperatur på ute og inneluft (såkalt skorsteinseffekt). Man har avtrekk i rommene der lufta vanligvis blir mest forurenset, for eksempel bad, kjøkken, toalett og lignende, mens friskluft kommer gjennom vinduer, spalteventiler eller sprekker i bygningskroppen. Fordi naturlig ventilasjon har så mye med været og klimaet ute å gjøre, forekommer store variasjoner i ventileringen som følge av årstider og variasjoner i det lokale været. Mekanisk ventilasjon fungerer på ganske lik måte som naturlig ventilasjon, men har avtrekksvifter som forserer lufta ut av bygningen, slik at man bedre kan kontrollere hvor mye luft som skiftes ut, i motsetning til ved naturlig ventilasjon, der man er fullstendig prisgitt de klimatiske forholdene. Mekanisk ventilasjon er en kilde til store varmetap fordi lufta som suges inn gjennom vinduer, lufteluker og bygningskropp kommer direkte fra den ofte kalde utelufta. Sintef Byggforsk har funnet ut at varmetap via ventilasjon utgjør hele 4,8 prosent av den totale energibruken i Norge (Eliassen, 2011).

## Oppvarmingsmetoder

Om lag 75% av energibruken i norske husholdninger går til oppvarming av bolig og varmtvann (Energiråd Innlandet, 2014). Metodene en benytter til oppvarming har dermed mye å si når det gjelder bygningens klimagassutslipp.

Elektrisk strøm er den vanligste kilden til oppvarming av boliger i dag. Nesten sytti prosent av norske husstander benytter i dag elektrisitet som hovedoppvarmingskilde (NVE, 2011). Mye av elektrisiteten vi benytter oss av her i landet er fornybar energi som kommer i form av vannkraft, så man kan argumentere for at elektrisk oppvarming av boliger er forholdsvis miljøvennlig. Om man tenker på at elektrisiteten som går til boligoppvarming godt kunne vært brukt til noe annet, eller blitt eksportert som miljøvennlig kraft til utlandet, er det dog ikke vanskelig å tenke seg at en omlegging til andre oppvarmingsmåter vil være gunstig for det totale klimagassregnskapet. Elektrisk oppvarming finnes i form av punktvarmekilder som panelovner eller varmelister, i elektrisk drevne varmesentraler eller som elektriske vamekabler i golv eller tak.

En annen oppvarmingsmetode vi finner i mange hjem er sentralfyringsanlegg med oljekjel som varmekilde. Det er allment kjent at brenning av olje fører til store utslipp av klimagasser, og denne oppvarmingsmetoden er dermed meget miljøfiendtlig. I tillegg er prisen på olje høy, og det er derfor også økonomisk ugunstig å varme opp huset med olje.

I følge TEK10 skal minst 60% av netto varmebehov kunne dekkes av andre energikilder enn elektrisk strøm, på bygninger over 500m<sup>2</sup> BRA. For bygninger under 500m<sup>2</sup> er kravet minst 40%. Oljekjel for fossilt brensel er ikke lenger lov å installere ved nybygg.

## Metoder for rehabilitering til høyere energieffektivitet

Når en skal rehabiliterer en bygning, er det naturlig å først undersøke hvilke muligheter som finnes på generell basis, og hvilke det vil være rasjonelt å benytte seg av i den aktuelle typen bygning. Til slutt kan man finne ut hvilke tiltak som vil gi mest igjen for arbeidet og pengene man legger i det. Noen tiltak vil betale seg ned selv i løpet av noen år, på grunn av lavere strømregninger og lignende, mens andre kanskje ikke vil lønne seg økonomisk i løpet av hele bygningens levetid, men allikevel være aktuelle på grunn av økt komfort. Løsningene som øker komforten, vil også kunne lønne seg om man ser det i forbindelse med verdiøkning på

bygningen og eventuelt videresalg. Under følger en beskrivelse av tiltak som kan være aktuelle å gjennomføre i forbindelse med rehabilitering. Jeg har valgt å differensiere mellom passive og aktive energieffektiviseringstiltak.

#### Passive tiltak

Passive tiltak er statiske installasjoner som settes inn i bygningskroppen, og som bare gjør den jobben de skal gjøre uten at det er nødvendig med videre ettersyn eller tilførsel av energi for at de skal fungere.

#### Etterisolering

Etterisolering av bygninger er en meget effektiv løsning for å senke varmetapstallet til et byggverk, og den kan også være forholdsvis enkel å gjennomføre sammenlignet med andre tiltak. Det finnes flere metoder for å etterisolere byggverk, og man velger metode ut fra typen konstruksjon den aktuelle bygningsdelen er oppført i, samt hvordan kvaliteten på bygningsdelen er etter å ha stått i noen år.

#### Innblåsning av isolasjonsmateriale

I tidligere tider, før isolasjonsull for alvor ble tatt i bruk, bygde man gjerne vegger med hulrom uten noe som helst isolasjonsmateriale. I forbindelse med slike konstruksjoner kan det være aktuelt med innblåsning av isolasjonsmateriale, da denne metoden kan benyttes uten at hverken fasade eller innvendig kledning blir nevneverdig forandret, noe som ofte er viktig for bygningens arkitektoniske trekk.

#### Utvendig etterisolering

Metoder for å etterisolere utvendig finnes for alle typer eksisterende vegger, fra laftede tømmervegger, via bindingsverksvegger og til mur- og betongvegger. Disse metodene går ut på at man legger et ekstra, isolerende lag utenpå eksisterende yttervegg. Om etterisoleringen foregår på en bindingsverksvegg, vil man først fjerne den opprinnelige panelen og etterisolere utenpå denne, før man legger ny panel utenpå. Er det snakk om en betong- eller murvegg, vil man feste en påfôring med varmeisolasjon til den eksisterende veggen, med vindsperre, luftespalte og utvendig kledning utenfor.

Fordeler med utvendig etterisolering:

- Om ytterveggen allikevel trenger vedlikehold og reparasjoner, kan man gjennomføre utvendig etterisolering og legge helt ny kledning/puss.

- De innenforliggende rom kan brukes som vanlig i hele perioden utbedringen pågår, da innvendige arealer ikke blir påvirket på annen måte enn at eventuelle stillaser stjeler lys.
- Fordi all utbedring foregår på utsiden, betyr det at man unngår reduksjon av innearealene i bygningen.
- Utvendig isolering kan nærmest eliminere kuldebroeffekter i forbindelse med etasjeskillere og tilstøtende innervegger, da man får et sammenhengende isolasjonssjikt i hele veggens høyde og bredde.
- Fuktteknisk kan det være gunstig at dampsperre blir liggende langt innenfor ytre sjikt, da det her er varmt, og faren for kondensering av innelufta minker.

Ulemper med utvendig etterisolering:

- Det opprinnelige arkitektoniske uttrykket til bygningen kan forringes, da fasaden forandres. Dette kan ha negativ effekt, ikke bare på den enkelte bygningen i seg selv, men også på området den befinner seg i, om det er et helhetlig arkitektonisk uttrykk i området.
- Vinduer og dører «forsvinner inn i veggen», noe som kan være uheldig rent visuelt, men også ved at det kan oppstå kuldebroer ved vinduskarmene. Det kan i tillegg oppstå vannlekkasjer og fuktskader om vinduene beholder sin opprinnelige posisjon, da man får en større horisontal flate der regnvann kan samle seg. Det anbefales derfor at man flytter eksisterende vinduer ut i konstruksjonen ved utvendig etterisolering. Om ikke, er det meget viktig å utarbeide gode detaljer for vanntetting.

### Innvendig etterisolering

Innvendig etterisolering er aktuelt i tilfeller der man ikke vil forandre bygningens visuelle uttrykk utad, for eksempel på grunn av særlig flotte detaljer i fasaden, at fasaden er vernet, eller at uterommet på andre måter forringes ved at fasaden til bygget forandres. Det kan også være et aktuelt tiltak hvis man bare vil etterisolere enkelte rom i en bygning, for eksempel om eieren av en enkelt leilighet i en boligblokk ønsker å gjøre noe med varmetapet gjennom ytterveggen, mens resten av blokka eller gårdeier ikke ønsker dette.

Fordeler med innvendig etterisolering:

- Det utvendige uttrykket til bygningen vil ikke forandres, så metoden kan brukes selv om fasaden er vernet eller om det er andre grunner til at denne bør forbli som den er.
- Enkelte rom innad i en bygning kan forbedres om man av ulike grunner ikke vil ta for seg hele bygget.

Ulemper med innvendig etterisolering:

- Kuldebroproblemer ved etasjeskillere og tilstøtende innervegger kan øke, og kuldebroene kan «bety et varmetap som i verste fall er like stort som varmetapet fra hele veggen for øvrig», i tillegg til at overflatetemperaturen ved kuldebroene kan bli ubehagelig lav. Dette kan igjen føre til kondens og støvansamling (Sintef Byggforsk, 2013).
- Innvendig bruksareal minker.
- Elektriske føringer, radiatorer og andre føringer i veggen vil gjøre innvendig etterisolering komplisert.
- Opprinnelig ytterveggskonstruksjon vil få betydelig lavere minimumstemperatur, noe som kan resultere i dårligere uttørkingsmuligheter, og dermed mulige frostsprengningsproblemer.
- Det er vanskelig å få til en god klemming av dampspærre, hvilket kan føre til luftlekkasjer til varmeisolasjonssjiktet og kondensfare mot mur-/betongveggen.

#### Utvendig kontra innvendig etterisolering

I de fleste tilfeller vil utvendig etterisolering være å foretrekke fremfor innvendig etterisolering. Unntakene er om man ønsker å beholde bygningens utvendige visuelle uttrykk, eller om bygningen består av flere boenheter med hver sin eier, der ikke alle er enig i at man bør etterisolere.

#### Utskifting av vinduer

Det er, avhengig av hvor gamle vinduer som finnes i bygget, ofte store besparelser på å skifte ut vinduer. I byggforskriften av 1987 var kravet til U-verdi for vinduer  $2,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . I TEK10 er kravet for vinduer halvparten av dette, og det er fortsatt et meget høyt tall i forhold til varmegjennomgangskoeffisienten i resten av bygningskroppen. Vindusareal er gjerne bortimot 20% av et byggverks bruttoareal, altså en anseelig mengde, og å skifte ut de gamle

vinduene med nye vinduer med en lav U-verdi, vil kunne føre til meget store kutt i energibruk.

Om man av ulike grunner ønsker å beholde de gamle vinduene, for eksempel i forbindelse med at det visuelle uttrykket på utsiden av bygget skal beholdes, kan man installere varevinduer. Dette er ekstra vinduer som monteres innenfor de eksisterende vinduene (Byggforsk, 2004).

#### *Utbedring av kuldebroer*

Kuldebroer kan være årsak til at den termiske komforten i en bygning blir forringet, men det kan også være en betydelig del av en bygnings totale transmisjonsvarmetap (varmetap gjennom bygningskonstruksjonen). Noen kuldebroer inngår i konstruksjonsdelenes U-verdi, og er vanskelig å utbedre uten å etterisolere hele veggen . Kuldebroer som ikke inngår i konstruksjonsdelers U-verdi kan være knyttet til etasjeskillere, søyler, vinduer og så videre. Slike kuldebroer bør man forøke å utbedre for eksempel med ekstra isolasjon, der dette er mulig. Kuldebroens effekt kan ved etterisolering reduseres betraktelig (Gustavsen et al., 2008) .

#### *Aktive tiltak*

Med aktive tiltak menes installasjoner som aktivt arbeider for at inneklimate skal forbedres, som ventilasjons- og oppvarmingsanlegg.

#### *Energiforsyning – Alternativer*

Som nevnt tidligere i oppgaven går om lag 75% av energibruken i norske boliger til å varme opp innelufta og varmtvannet, hvilket betyr at valg av energiforsyning har mye å si for hvor mye klimagass som slippes ut fra bygningen. Her vil jeg beskrive noen miljøvennlige alternativer til olje og elektrisitet som kan vurderes når man skal rehabilitere et eksisterende bygg.

#### *Bioenergi*

Ildstedet er den oppvarmingsmetoden som er eldst, og har antageligvis blitt benyttet til oppvarming av boliger helt siden mennesket fant ut hvordan en kunne kontrollere ilden. Det åpne bålet og årestuen er ikke lenger i bruk, men ved-, pellets-, gass- eller parafinfyrt ildsteder i form av kaminer, peiser og lignende benyttes den dag i dag til boligoppvarming.

Disse kommer i stadig mer rentbrennende versjoner, med stadig høyere virkningsgrad, og er reelle alternativer om en skal velge en miljøvennlig oppvarmingsmetode.

Å varme opp boligen med en varmesentral betyr at man har en sentral varmekilde som distribuerer varme til hele bygningen ved hjelp av et vannbårent varmedistribusjonssystem for romoppvarming, varmtvannsberedning og eventuelt ettervarming av ventilasjonsluft. Slike varmesentraler har vært vanlig å drive ved hjelp av oljefyring og elektriske varmekolber, men også varmekilder som benytter bioenergi, varmepumper, solvarme, gassfyr eller oljefyr kan være varmekilde i en varmesentral.

### Fjernvarme

En mer ekstrem versjon av varmesentralen er fjernvarme. Ved bruk av varmesentral har man en varmekilde der varmen transporteres rundt i hele huset, mens man ved fjernvarme har mange bygninger som får varmen fra en fjernvarmesentral. Prinsippet er det samme som med de tidligere nevnte varmesentralene, men dimensjonene er mye større. Et rør med ca. 120°C varmt vann går ut fra fjernvarmesentralen og ut til boenhetene som er koblet på fjernvarmenettet. Her sirkulerer vannet gjennom tradisjonelle radiatorer, og eventuelt gjennom varmevekslere som sørger for at kunden i tillegg til varme radiatorer kan få varmt vann i springen. Vannet i fjernvarmeanlegget er altså ikke det samme vannet som kunden får i kranene, men benyttes til å varme opp dette. Etter at vannet i fjernvarmeanlegget har gjort sin nytte, returnerer det til fjernvarmesentralen. Vannet som nå har en temperatur på rundt 80°C varmes så opp igjen og sirkulerer gjennom fjernvarmenettet på ny (Sintef Byggforsk, 1991).

Energikilden til fjernvarmesentralen kan blant annet være avfallsforbrenning, gass, olje, flis, strøm eller overskuddsvarme fra industri. Et fjernvarmeanlegg vil, i motsetning til en varmesentral, være utsatt for jevnlig inspeksjon og ettersyn, noe som minker faren for feil. I tillegg vil det faktum at anlegget vil være mer eller mindre kontinuerlig i drift gjøre at virkningsgraden blir bedre, og utslippene blir mindre. Om man baserer fjernvarmeanlegget på avfallsforbrenning vil en heldig bieffekt være at mengden avfall som blir deponert blir adskillig mindre enn om man bare deporterte avfallet ute å forbrenne det. Ulempen ved bruk av fjernvarmeanlegg, er at varmetapet kan være høyt fra vannrørene ut til naturen, spesielt om bygningene som skal utnytte varmen ligger langt fra sentralen.



## Solbaserte energikilder

### Solfangere

Solfangere kan benyttes til å, som navnet tilsier, «fange sola». Varmen herfra kan brukes til å varme tappevann, prosessvann til industriell bruk og romoppvarming. Det er spesielt egnet for bygg som har stort behov for varmt vann med relativt lav temperatur. Solfangeren fungerer ved at den absorberer strålingsenergien i solinnstrålingen. I solfangeren ligger det en absorbatore som omformer denne strålingsenergien til varme. Absorbatoren er en tynn plate som absorberer en stor del av det synlige lyset. Denne er omgitt av et gjennomsiktig dekklag, som slipper inn den kortbølgede solstrålingen, men hindrer den langbølgede varmestrålingen i å slippe ut. Væske eller luft brukes som medium for å transportere den absorberte varmen til et varmelager (Sintef Byggforsk, 2011).

### Solcellepanel

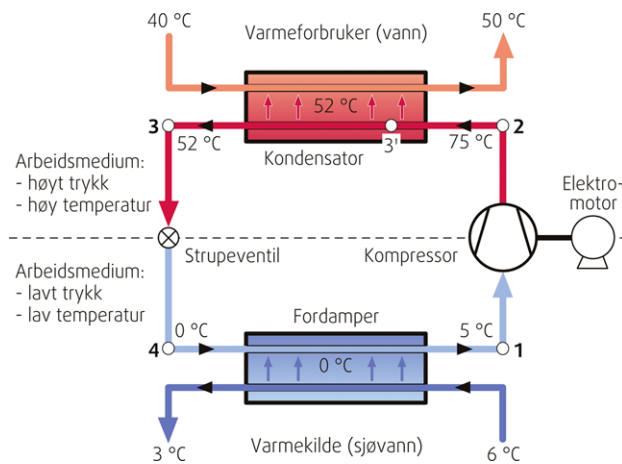
Solcellepaneler fungerer ved at man omdanner solenergi til elektrisk strøm. Forholdsvis store investeringskostnader og svak lønnsomhet gjør dog at teknologien foreløpig primært egner seg for brukere hvor for eksempel nettilknytning ikke er mulig, eller der brukeren ønsker en spesiell profilering for eksempel på bygningsfasader.

### Varmepumper

Varmepumper fungerer ved at de transporterer varme fra en kilde som ligger fritt tilgjengelig utenfor bygningen og ved hjelp av kompresjon, fordamping og kondensering, leverer varme av høyere temperatur til bygget.

Varmepumpen fungerer ved at væsken i det lukkede rørsystemet har lav temperatur i fordampere. Væsken har her lavt trykk, så når varmen fra den utenforliggende varmekilden strømmer til, begynner væsken å koke, og fordampere. Faseskiftet fra væske til damp krever mye energi, og denne energien lagres i dampen. Dampen går videre til kompressoren, som presser dampen sammen, slik at trykket øker. Trykk og temperatur er størrelser som er avhengige av hverandre, så temperaturen øker også, og kan komme opp i 40-50 grader Celsius. Dampen sendes så til kondensatoren, der rørsystemet slynger seg i sløyfer. Røret har stor overflate mot rommet, som er kaldere enn væsken inne i kondensatoren, og varmen vil på nytt søke til det kaldeste stedet. På den måten overføres varmen fra rørsystemet til mediet som skal varmes opp. Når varmen går ut av væsken i røret, går denne atter fra

dampfase til væskefase (den kondenserer). Væsken blir nå presset gjennom en trykkreduksjonsventil. Her senkes trykket, og farten øker, og som tidligere nevnt er temperatur og trykk avhengige av hverandre, så temperaturen synker. Vi er nå tilbake til utgangspunktet i syklusen.



Figur 1 Prinsippkisse for hvordan en varmepumpe fungerer. Kilde: Sintef Byggforsk

### Varianter av varmepumper

Det finnes flere varianter av varmepumper, der forskjellene er hvilket medium de er laget for å ta varme fra, og hvilket medium de er laget for å avgi varme til.

- Varme fra vann: Varme kan tas fra innsjø eller sjøvann. Disse elementene har høyere og mer konstant temperatur enn uteluft, og egner seg derfor godt som varmekilde i forbindelse med varmepumper. Jo høyere temperatur i dette elementet, jo lettere er det for væsken i fordamperen å fordampe.
- Varme fra luft: fungerer på samme måte som overnevnte, men temperaturen på utelufta i Norge varierer kraftig, og situasjonen er dessverre slik at på de kaldeste dagene vil også varmepumpa fungere dårligst.
- Varme fra grunnen: Det er også mulig å bore etter varme. Om man borer minst 10 meter ned i grunnen, vil temperaturen her være omtrent lik middeltemperaturen på overflaten, og variasjonen i temperatur vil være neglisjerbar. En varmepumpe som benytter seg av grunnvarme vil dermed være effektiv hele året. Jo dypere en borer, jo høyere temperatur vil det være på varmekilden, men jo dypere hull man borer, jo større investering vil det være.

Varmen man får fra varmekilden kan avgis direkte til ventilasjonsluften som føres inn i bygningen, eller den kan brukes til å varme opp vann til for eksempel vannbårent varmesystem eller tappevann.

### Dyp geotermisk energi

Nedover i jordskorpen øker temperaturen med rundt 30-35°C per km, men dette varierer sterkt med ulike geologiske strukturer. Blant annet på Island og i USA, der avstanden til varmt fjell er liten, har de tatt geotermisk varme i bruk. I Norge må man dypt for å oppnå en temperatur som er høy nok til å bruke til oppvarmingsformål, og teknologien er foreløpig ikke god nok til å hente ut denne varmen på en effektiv måte.

### Ventilasjonsanlegg med varmegjenvinner - balansert ventilasjon

Balansert ventilasjon fungerer ved at man kontrollerer både lufta som kommer inn, og lufta som går ut av bygningskroppen ved hjelp av vifter. Man får på den måten fullstendig oversikt over hvor mye luft som byttes ut per bygningsvolum, per tidsenhet, og sikrer at beboerne opplever god luftkvalitet. Der man ved naturlig og mekanisk ventilasjon er avhengig av at tilluft kommer gjennom vinduer, luftespalter og utettheter i bygget, går tilluften ved balansert ventilasjon gjennom en innblåsningsvifte. Dette gjør det mulig å filtrere luften som kommer inn i bygningen, slik at man blir sikret ren luft. I tillegg benyttes som regel en varmegjenvinner på lufta som går ut av bygget, slik at 60-90% av varmen som trekkes ut blir tatt vare på. Denne varmen kan så benyttes for å varme opp lufta som kommer inn i bygningen ved at de to luftstrømmene går gjennom en varmeveksler. For å få best mulig nytte av balansert ventilasjon, er det nødvendig at bygningskroppen er så tett som mulig, slik at ikke tilluft som kommer ufiltrert gjennom vinduer, luftespalter og andre åpninger forurenses innelufta.

### Energieffektivisering gjennom redesign

En måte å energieffektivisere bygninger på kan være å formgi deler av konstruksjonen på nytt. Dette er tiltak som krever store ressurser, men som til gjengjeld kan bidra til både mer energieffektive bygninger og en oppgradering av det visuelle uttrykket. Fordeler med redesign er at bygningen kan tilpasses et moderne uttrykk rent visuelt, samt at man kan bygge deler av bygget helt fra grunnen med moderne metoder og materialer, noe som kan føre til store kutt av energibruken i bygget. Ulemper er at det kan være meget ressurskrevende å rive et bygningselement for å bygge det opp igjen, så om man velger

dette, må man tenke nøye gjennom hvor mye det er å hente på det sammenliknet med for eksempel å etterisolere på vanlig måte. Ser man på livsløpet for bygget vil man kanskje finne ut at å gjennomføre et slikt tiltak vil kreve så store ressurser at det på tross av forbedret årlig energibruk i resten av byggets levetid verken vil lønne seg økonomisk eller med tanke på miljøet.

#### Gjenoppbygging av yttervegger

Å rive og gjenoppbygge de isolerende ytterveggene er et aktuelt tiltak om bygget har bærende konstruksjon av betong eller stål, der de isolerende fasadeveggene er ikke-bærende. Bygninger av bærende betong med utfyllende bindingsverk ble vanlig fra slutten av 60-tallet, og bygges fortsatt i dag. De eldste eksemplarene av slike bygg ble gjerne utført med 4" isolerende sjikt i de isolerende bindingsverksveggene. Ifølge boka Byggteknikk fra 1969 tilsvarer 4" 101mm, så isolasjonstykkelsen var med andre ord langt mindre enn hva som er vanlig i dag (Bastiansen, 1969). Det er selvsagt mindre problematisk å bytte ut slike vegger enn yttervegger som er bærende, men det krever fortsatt mye større ressursbruk enn om man etterisolerer på vanlig måte. Dette alternativet må derfor overveies meget nøye før man eventuelt setter i gang.

#### Nye planløsninger innvendig

Mange eldre bygg har planløsninger der man ikke har tenkt på at oppholdsrom som stue og kjøkken er rom de fleste ønsker at skal være varme og lune, mens de fleste gjerne ønsker å ha det svalere på soverom. For bygninger der dette er tilfellet, kan det være aktuelt å vurdere å omrokkere på rommene innenfor klimaskallet. Det kan være mye å spare energimessig på å plassere stua der det er gode solforhold og soverom på en solfattig plass, da dette fører til mindre oppvarmingsbehov for stue, og mindre nedkjølingsbehov for soverom.

## Verktøy og metode

### Verktøy benyttet under arbeidet med denne oppgaven

#### THERM

Therm er et verktøy utviklet av Lawrence Berkeley National laboratory, som kan benyttes til å simulere todimensjonal varmestrøm gjennom bygningsdeler. I denne oppgaven har programmet blitt brukt til å finne kuldebroer i konstruksjoner, spesielt i overgangene mellom bygningsdeler.

#### SIMIEN

Simien er et avansert dataprogram som kan benyttes til å simulere energibehovet i bygninger. Det fungerer ved at man mater programmet med informasjon om hvilke bygningsdeler, oppvarmingssystem, ventilasjonsanlegg og så videre som finnes i det aktuelle bygget, før man så kan få ut utfyllende rapporter i den andre enden.

#### ARCHICAD

Archicad er et dataprogram for såkalt bygningsinformasjonsmodellering. Det er nyttig verktøy for å tegne profesjonelle plantegninger, detaljer. I denne oppgaven har programmet blitt benyttet til å tegne opp eksisterende bygg, ut fra allerede eksisterende plantegninger. Archicad har så fungert som et ypperlig underlag for å gjøre målinger på konstruksjonen. Jeg har også benyttet ArchiCad til å tegne detaljtegninger.

#### Metode

Jeg har tatt utgangspunkt i bygården Tollbugata 13, som ligger på Strømsø i Drammen, for å vise hvilke tiltak man kan utføre for å energieffektivisere en bygning fra 1970-tallet. Utgangspunktet for oppgaven er en grov tilstandsrapport utført av det rådgivende ingeniørfirmaet Høyer Finseth. For å finne ut hva som var nødvendig for å energieffektivisere bygningen, hva som kunne-, og hva som ikke kunne gjøres, gikk jeg i gang med å forske. Tilstandsrapporten oppgaven bygger på er som sagt ganske grov, så det var nødvendig å ta turen til Drammen kommune for å lete gjennom byggesaksdokumentene. Her fant jeg mye informasjon om byggeprosessen, og en god del plantegninger, men svært få detaljtegninger. Følgelig måtte jeg lete frem bøker fra den aktuelle tidsperioden på Nationalbibliotekets

internettsider bokhylla.no, for å finne ut hva som var vanlige metoder for husbygging i den aktuelle tidsperioden.

Videre har jeg besøkt Tollbugata 13 ved to anledninger, men besøkene har resultert i lite utfyllende informasjon, bortsett fra overfladisk beskuelse fra utsiden av bygget, og fra postkontorets lokaler. Jeg har forøkt, men ikke lyktes i å få utfyllende informasjon om bygården fra byggets eier.

#### Det eksisterende byggets konstruksjon.

Bygården Tollbugata 13 ligger i bydelen Strømsø i Drammen. Konstruksjonen er av typen bærende betong og stålsøyler, med utfyllende bindingsverk. Lette, ikke bærende vegger av utfyllende bindingsverk i deler av fasaden på betongbygg ble vanlig fra slutten av 1960-tallet, og Tollbugata 13 er et godt eksempel på denne byggemåten. Den aktuelle gården ble ferdigstilt i 1972.

Tollbugata 13 består av seks plan.

- Kjeller består av et uoppvarmet areal med boder, vaskekjeller, søplerom, fyrrom og lignende i halvdelen som ligger nærmest Tollbugata. I halvdelen som ligger nærmest togstasjonen finner vi garderober og velferdsrom i tillegg til lagerplass, rom for oljekjelen, og så videre.
- 1. etasje er helt og holdent forbeholdt posten, med publikumsareal mot Vest, og sorteringsrom, kontorer og lignende i den Østlige delen.
- I 2. etasje finner vi legekantor, fysioterapeut og andre klinikker.
- I 3. etasje finner vi ti leiligheter. Ni av disse er på ca. 50m<sup>2</sup> og én, hjørneleiligheten på hjørnet Tollbugata/Webers gate, er på ca. 100m<sup>2</sup>.
- 4. etasje er identisk med 3. etasje.
- 5. etasje er tilbaketrasket, og kan ikke sees fra gateplan. På disse drøye 200 kvadratmeterne finner vi heishus og tekniske rom, stort sett forbeholdt ventilasjonsanlegget. I tillegg finner vi kontorer og resepsjon, opprinnelig ment som arkitektkontor, men det er uvisst hva disse arealene brukes til i dag.

## Konstruksjoner

Tollbugata 13 er bygget opp av forskjellige typer konstruksjoner. Dessverre har jeg funnet få detaljtegninger, og jeg har i mange tilfeller måttet forske meg frem til konstruksjonstyper som var vanlig å benytte i det aktuelle tidsrommet. Konstruksjonstyper som var vanlig å benytte på slutten av 1960, og begynnelsen av 1970-tallet, har jeg funnet ved å bla i gamle bøker. Tegningene jeg fant her har jeg så sammenlignet med det jeg kan lese fra plantegningene. Jeg har også benyttet meg av Sintef Byggforsks detaljblader for å lese om eldre konstruksjonstyper.

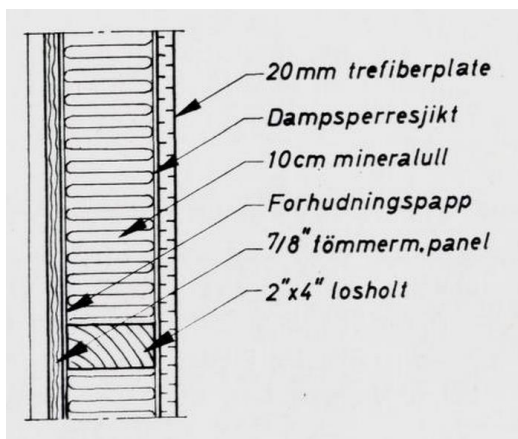
## Grunnforhold

Ifølge berggrunnskart fra NGU, består grunnen på Strømsø av silt og leire.

## Vegger

### Bindingsverksvegg

I følge byggesaken (se vedlegg ) er de de isolerende veggene bygget av 4" bindingsverk med 2 lag papp, 1 lag panel utvendig og 1 lag Gipsonit innvendig. I boka byggteknikk fra 1969 har de illustrert en vegg som ligner på veggen beskrevet i byggesaken, bortsett fra at innerveggen er kledd med 20mm trefiberplate i stedet for Gipsonit. Gipsonit er et merkevarenavn på gipsplater. Disse fantes i tykkelsene 9, 11 og 13 mm (Norges branntekniske laboratorium, 1962).



Illustrasjon av veggoppbygning fra boka Byggteknikk (Bastiansen, 1969)

Følgende veggoppbygging har blitt benyttet i mine beregninger i denne oppgaven:

19mm utvendig panel i tre

1mm forhudningspapp

101mm isolasjon med 101\*48 mm stendere cc 600mm

1 mm diffusjonstett papp

13mm Gipsonit.

#### Betongvegg med 100mm innvendige treullsementplater

Endeveggen på den Nord-Østlige fasaden er en massiv betongvegg. Her har jeg målt på plantegningene, og kommet fram til at det er sannsynlig at denne veggen består av 150mm armert betong, med 100mm treullsementplater på innsiden. Treullsementplater var vanlig isolasjonsmateriale fra 1950-årene.

#### Betongvegg med 50mm innvendige trullsementplater

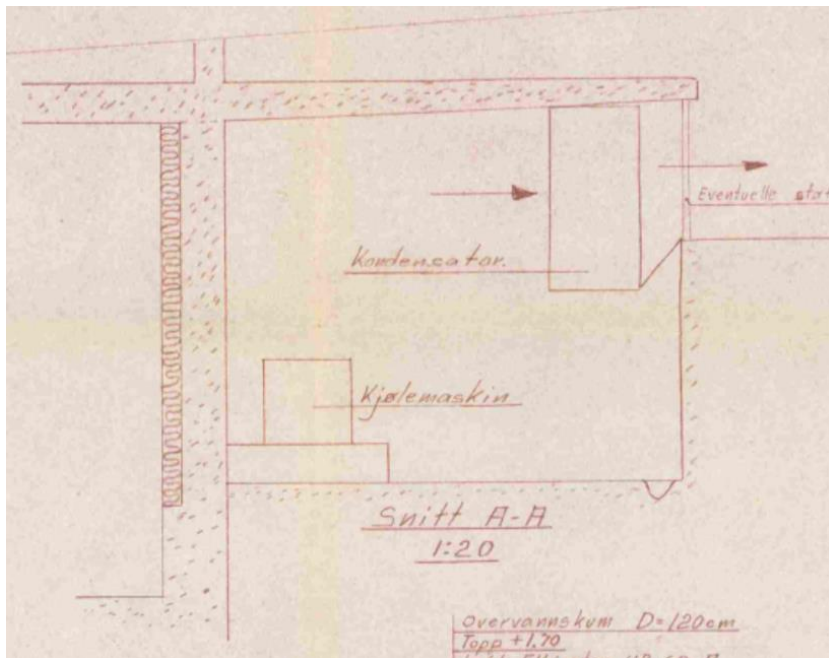
Skillevegg mellom leiligheter ser ut til å ha en 50mm tykt lag med isolasjon på siden som ligger mot den ene leilighetens stue. Jeg antar her 50mm treullsementplater, fordi dette isolasjonsmaterialet i tillegg til å være varmeisolerende også har gode lydisolerende egenskaper, noe som kommer godt med når man skal lydisolere mellom to forskjellige boenheter.

#### Betongvegg med 50mm utvendige treullsementplater og trepanel

Antar en konstruksjon med 150mm armert betong med påstøpt 50mm treullsement. Det kunne også ha vært lettklinkerbetong eller porebetong, som var vanlig å isolere med på utsiden av betongvegger på denne tiden, men disse materialene ble sjelden benyttet til mindre enn 100mm isolering.

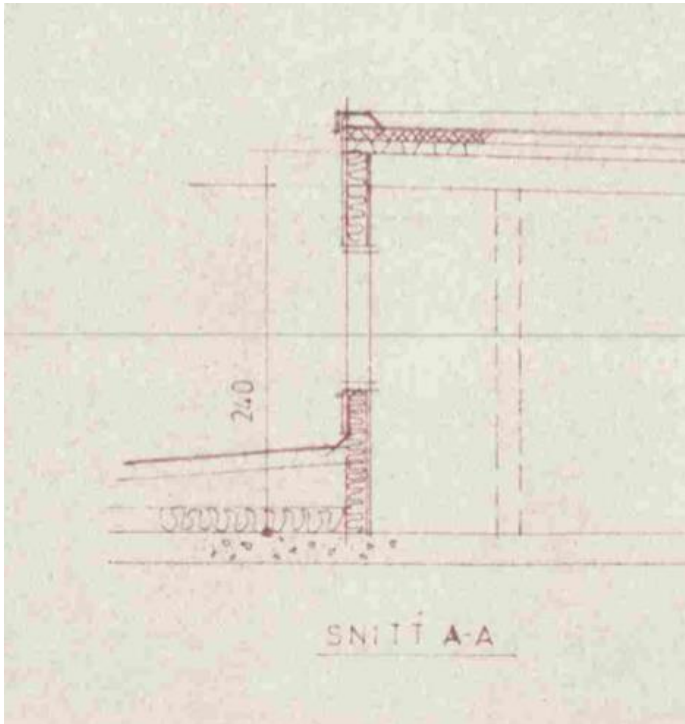


## Kjellervegg



Også her er det sparsomt med detaljtegninger, men på dette utsnittet hentet fra en plantegning over VVS-anlegget, ser det ut til at kjellerveggen er ca 350 mm tykk, med ca 100mm isolasjon til rundt 500mm over gulvnivå. På andre plantegninger over kjeller er det skrevet at deler av veggen er 40 cm tykk, men det ser ut til at veggtykkelsen varierer. Jeg har i mine beregninger valgt å anta 325mm armert betong, isolert med 75mm treullsement på innsiden av vegg.

## Takkonstruksjoner



### Hovedtak

Taket over 4. etasje er av typen oppfôret tretak på dekke av betong. På figur kan vi se snitt av overgang fra hovedtaket til veggen i 5. etasje, og videre taket på 5. etg. (se neste punkt). Ved å måle på plantegningen, ser det ut som betongdekket er ca. 200 mm, med 200mm

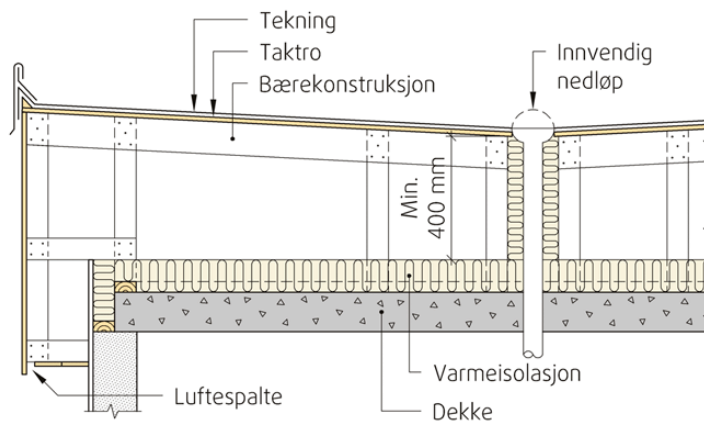


Fig. 02 Oppbygning av oppfôret tretak. Prinsippskisse

isolasjon.

### Tak over 5. etg.

I en korrespondansesom finnes i byggesaken kommer det frem at rådgivende ingeniør Will Arentz skriver at arkitekt A. W. Kirkhorns planer om en 5. etasje er i orden konstruktivt, om den utføres i «lett konstruksjon av tre og Robertson, og med direkte nedføring av nye laster til underliggende bærekonstruksjon» (Se vedlegg). Robertson er antageligvis her en

forkortelse for Robertson Protected Metal, et merkenavn på korrugerte stålplater med asfaltmettet asbestduk som korrosjonsbeskyttelse (Thrane, 1979). På figuren ser det ut som om takkonstruksjonen i dette tilfellet er korrugerte plater med et lag av ca. 100mm trykkfast isolasjon, og papptekking på toppen.

### Etasjeskillere

Etasjeskillerne er av 190mm betong toppet med 10mm vinylbelegg, som beskrevet i «Så byggdes husen 1880-2000» (Björk et al, 2003)

### Vinduer og dører

Det er både nye og gamle vinduer i gården, men de fleste vinduene er originale fra 1972.

Balkongdørene er uisolerte med glass i øvre halvdel.

### Arealer

Etasje	Bruksareal BRA (m <sup>2</sup> )	Bruttoareal BTA (m <sup>2</sup> )
Kjeller	703	735
1. etasje	680	698
2. etasje	688	706
3. etasje	662	683
4. etasje	662	683
5. etasje	206	216
Sum	3601	3721

### Ventilasjonssystem

(Vedlegg 7)

For di bygningen har meget forskjellige funksjoner i de diverse etasjene, er det også forskjellige ventilasjonssystemer representert.

- 1. etasje: Posten har eget, separat ventilasjonssystem som ikke har noen forbindelse med bygget for øvrig. Her er det luftkondisjonering med kjøling.

Ventilasjonsaggregatene er plassert i teknisk rom i kjeller, og luften føres herfra opp til innblåsningsventiler i himlingen på posten.

Luften som trekkes ut iblandes 20% frisk luft, hvorpå denne føres ned i kjeller til inntaksdelen i aggregatene. I kjelleren står en vannkjølemaskin som via isvann kjøler luften før den igjen føres til postkontoret.

- 2. etasje: Ventilasjonssystemet er også i 2. etasje separat fra resten av bygget. Forvarmet luft går fra ventilasjonsanlegget i 5. etasje ned til 2. etasje, der den blåses inn. Luften forvarmes av et varmtvanns varmebatteri. I tillegg til denne kontrollerte tilluften, er det spalteventiler i alle vinduer, og der er spalter under dører til alle rom med avtrekk. Avtrekksluften føres opp til 5. etasje, og føres gjennom jethette over tak. I følge tilstandsrapport utført av Høyer Finseth, er TVG 74%, og ventilasjonsanlegget er koblet til en luft-luft varmepumpe.
- 3., 4. og 5. etasje: Her er det kun avtrekk over kontrollventiler og kjøkkenhetter, og ingen innblåsing av luft. Frisk luft kommer inn gjennom utettheter i bygningskroppen, spalteventiler og vinduer. Avtrekksluften føres opp til 5. etasje, og føres gjennom jethette over tak.

#### Oppvarmingssystem

Tollbugata 13 varmes opp av et varmtvanns varmeanlegg med sirkulasjonspumper, tilkoblet en radiatorkurs. Vannet varmes av en oljefyrt smijernskjele med overtrykksforbrenning og ekspansjonskar. Driftsvirkningsgraden på denne settes til 0,75, da dette ifølge Enova (2004) er vanlig driftvirkningsgrad for en «gammel støpejernskjel» som drives kontinuerlig. Det er imidlertid viktig å understreke at virkningsgraden på individuelle kjeler kan variere kraftig.

#### Utrekninger og simuleringer for eksisterende konstruksjon

##### Beregnete U-verdier for byggets eksisterende konstruksjon

Konstruksjonsdel	U-verdi	Kilde
Vegg 1 (Bindingsverk)	0,41	Vedlegg 3
Vegg 2 (innvendig 100mm treullsement)	0,68	
Vegg 3 (innvendig 50mm treullsement)	1,09	
Vegg 4 (utvendig 50mm treullsement)	1,02	
Tak 1 (Oppfôret tretak)	0,21	
Tak 2 (Robertson stålplater)	0,34	
Gulv mot uoppvarmet kjeller	0,75	
Tolags isolerrute, vanlig glass, luftfylt	2,4	Tabell 14. BKS 733.162
Vindusdør i tre, 0,9*1,2m	2,2	Tabell 62. BKS 533.242

Beregnete kuldebroverdier (Se vedlegg 4)

Kuldebro	Kuldebroverdi	Antall	Lengde per stk	Totalt varmetap
1	0,084	18	2,5	3,773
2	-0,039	18	2,5	-1,775
3	-0,109	14	2,5	-3,791
4	0,204	14	2,5	7,151
5	0,187	4	2,5	1,875
6	0,092	3	2,5	0,693
7	0,041	6	2,5	0,6075
8	-0,108	3	2,5	-0,812
9	0,309	3	132,333	122,617
10	0,109	1	121	13,154
11	0,134	1	127	17,069
12	0,2427	2	2,5	1,2135
13	0,123	2	2,5	0,6165
SUM				162,391

Totalt oppvarmet bruksareal er 2898m<sup>2</sup>, og vi får en normalisert kuldebroverdi på 0,056W/(m<sup>2</sup>K)

## Inndata Simien

Fordi Tollbugata 13 er et bygg med veldig diverse funksjoner, er det nødvendig å dele opp bygget i tre, og simulere hver del for seg. Altså simuleres postens arealer for seg, lege og fysioterapeutkontor for seg, og boligdel for seg. Når man skal begynne å taste inn data i programmet, må man aller først velge en bygningskategori, hvor man kan lese følgende:

*Bygningskategorien brukes ved evaluering mot forskrifter (TEK07/10). For bygninger som faller inn under flere kategorier (f. eks. forretninger og leiligheter) må bygningen deles opp og beregnes hver for seg. Hver enkelt del må tilfredsstille byggeforskriftene. Valg av bygningskategori påvirker også standardverdiene for en rekke inndata. (Simien)*

Jeg har valgt å fokusere på endringer for boligdelen, for å begrense oppgavens omfang.

## Energiforsyning:

I byggesaken (se vedlegg 5) kan vi lese at gården er varmet opp av et varmtvanns varmeanlegg med sirkulasjonspumper. Dette baserer seg på en oljekjel med kjelekapasitet 350.000 kcal/h tilkoblet radiatorer. Systemvirkningsgraden settes til 0,72, som er verdien oppgitt i Tabell B.10 i NS3031.

Oljekjelen er av typen Dü-rax Turbo Firepress unit Fyrgang – røkrør overtrykkskjele med luftkjølt frontdør.

Denne er koblet til el. Skap. Videre kan en ikke regne med at radiatorer tar seg av all oppvarming, men man må anta at det også benyttes elektriske vifteovner for ekstra oppvarming av rommene.

Jeg velger derfor å sette verdien for % romoppvarming til 80% olje og 20% elektrisitet.

Oljekjelen i bygget er kun benyttet for å varme innelufta via radiatorene.

Varmtvannsberederen er basert på elektrisitet.

## Infiltrasjon:

For alle soner har jeg valgt et lekkasjetall på 3,00. Dette tallet er valgt ut fra rapporten «Kostnadsoptimalitet og Energiregler i TEK» som Sintef og MultiConsult utviklet på oppdrag for Direktoratet for byggkvalitet i 2012. I rapporten er lekkasjetallet valgt ut fra disse

aktørenes vurdering ut fra tidens byggemåte for denne bygningskategorien, altså bygninger bygget etter Byggeforskriften av 1969.

Skjermingsklassen for Tollbugata 13 er «Høy skjerming», og bygningen har «mer enn en vindutsatt fasade».

#### Møbler og interiør

Lett møblert rom (skillekonstruksjoner legges inn i hver sone, slik det er beskrevet i programmet)

#### Driftsdager

Alle dager

#### Kuldebroer

Her har jeg lagt inn den normaliserte kulebroverdien jeg har regnet ut for hele bygningen, altså 0,06 W/(m<sup>2</sup>K) for eksisterende bygg.

#### Fasader

Her har jeg lagt inn 15 forskjellige veggkategorier, basert på fire forskjellige typer vegger (bindingsverk/betong med utvendig isolasjon/betong med innvendig isolasjon/betong med mye innvendig isolasjon (den store sør-østvendte veggen)), og himmelretning. Disse veggene har alle fått en U-verdi som jeg har regnet ut på forhånd. Varmelagring i innvendig sjikt er, for alle veggene 13 mm gipsplate.

#### Vinduer

Vinduene jeg har lagt inn har en U-verdi som tilfredsstiller kravene i byggeforskriften av 1987. Denne bygningen ble bygget etter forskriften av 1969, men i denne forskriften var der ingen krav til U-verdier for vinduer. Ved å sette U-verdien til 1987-standard, vil jeg antakeligvis få bedre resultater ved simuleringen av det eksisterende bygget enn det de faktiske forhold skulle tilsi, men jeg anser dette som en bedre situasjon å være i enn om det motsatte hadde vært tilfelle, da jeg mener det er bedre å si at bygningen er i «minst så dårlig forfatning» enn å si at den «kanskje er i en så dårlig forfatning». Jeg setter U-verdien i samtlige vinduer til 2,40 W/m<sup>2</sup>K.

### *Tak*

Takene har U-verdier på henholdsvis 0,21 for det oppførede tretaket (tabell 41, BKS 471.013) og 0,34 for taket av typen Robertson.

### *Skillekonstruksjoner*

Dette er skillekonstruksjoner som grenser mot bygningsdeler som ikke inngår i denne simuleringen. Når jeg for eksempel simulerer boligdelen, er altså følgende skillekonstruksjoner regnet med her: Etasjeskiller ned mot legesenter, vegg mot nabobygningen Tollbugata 11 og himling mot ventileringsrom.

### *Inndata for oppvarmingsanlegg*

Oljefyrte radiatorer med maksimal avgitt effekt 50 W/m<sup>2</sup>, Tur-/returtemperatur 80/60°C, og SPP 0,50kW/(l/s). Verdiene er hentet fra erfaringstall i rapporten «Kostnadsoptimalitet og energiregler i TEK» (Almås et.al, 2012)

### *Inndata for ventilasjon*

Avtrekkventilasjon med en SFP-faktor på 2. Tallet er igjen hentet fra den tidligere nevnte rapporten til Almås et. al. (2012)

### *Internlaster*

Standardverdier benyttes, da verdiene for internlast ikke vil være annerledes for dette bygget enn for et hvilket som helst annet boligbygg.



Resultater fra Simien – eksisterende bygg

*Evaluering av bygget i henhold til §14-3 i TEK10 -boligdel*

Beskrivelse	Krav TEK10	Tollbugata simulert i Simien	Enhet	Tilfreds stilt
Andel vindus- og dørareal sammenlignet med oppvarmet BRA	$\leq 20$	17,6	%	OK
U-verdi – yttervegg	$\leq 0,18$	0,53	W/(m <sup>2</sup> K)	NG
U-verdi – tak	$\leq 0,13$	0,25	W/(m <sup>2</sup> K)	NG
U-verdi – gulv	$\leq 0,15$	Har ikke	W/(m <sup>2</sup> K)	
U-verdi – glass/vindu/dør inkludert karm/ramme	$\leq 1,20$	2,54	W/(m <sup>2</sup> K)	NG
Normalisert kuldebroverdi, der m <sup>2</sup> angis i oppvarmet BRA, for øvrige bygninger	$\leq 0,06$	0,06	W/(m <sup>2</sup> K)	OK
Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell, for øvrige bygninger	$\leq 1,5$	3,00	Luftvekslinger/time	NG
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg, øvrige bygninger og arealer	$\geq 80$	0	%	NG
Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP), boligbygg	$\leq 2,5$	2,00	kW/(m <sup>3</sup> /s)	OK

*Evaluering av bygget i henhold til §14-3 i TEK10 –lege/fysioterapi*

Beskrivelse	Krav TEK10	Tollbugata simulert i Simien	Enhet	Tilfreds stilt
Andel vindus- og dørareal sammenlignet med oppvarmet BRA	$\leq 20$	15,2	%	OK
U-verdi – yttervegg	$\leq 0,18$	0,55	W/(m <sup>2</sup> K)	NG
U-verdi – tak	$\leq 0,13$	Har ikke	W/(m <sup>2</sup> K)	
U-verdi – gulv	$\leq 0,15$	Har ikke	W/(m <sup>2</sup> K)	
U-verdi – glass/vindu/dør inkludert karm/ramme	$\leq 1,20$	2,64	W/(m <sup>2</sup> K)	NG
Normalisert kuldebroverdi, der m <sup>2</sup> angis i oppvarmet BRA, for øvrige bygninger	$\leq 0,06$	0,06	W/(m <sup>2</sup> K)	OK
Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell, for øvrige bygninger	$\leq 1,5$	3,00	Luftvekslinger/time	NG
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg, øvrige bygninger og arealer	$\geq 80$	74	%	OK
Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP), boligbygg	$\leq 2,5$	2,00	kW/(m <sup>3</sup> /s)	OK

*Evaluering av bygget i henhold til §14-3 i TEK10 – posten*

Beskrivelse	Krav TEK10	Tollbugata simulert i Simien	Enhet	Tilfreds stilt
Andel vindus- og dørareal sammenlignet med oppvarmet BRA	$\leq 20$	18,4	%	OK
U-verdi – yttervegg	$\leq 0,18$	0,27	W/(m <sup>2</sup> K)	NG
U-verdi – tak	$\leq 0,13$	Har ikke	W/(m <sup>2</sup> K)	
U-verdi – gulv	$\leq 0,15$	0,19	W/(m <sup>2</sup> K)	
U-verdi – glass/vindu/dør inkludert karm/ramme	$\leq 1,20$	1,42	W/(m <sup>2</sup> K)	NG
Normalisert kuldebroverdi, der m <sup>2</sup> angis i oppvarmet BRA, for øvrige bygninger	$\leq 0,06$	0,06	W/(m <sup>2</sup> K)	OK
Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell, for øvrige bygninger	$\leq 1,5$	3,00	Luftvekslinger/time	NG
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg, øvrige bygninger og arealer	$\geq 80$	74	%	OK
Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP), boligbygg	$\leq 2,5$	2,00	kW/(m <sup>3</sup> /s)	OK

Evaluering i henhold til §14-4 - boligdel

Bygningskategori	Totalt netto energibehov (kWh/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA pr. år)	Tollbugata simulert i Simien	Tilfredsstilt
Boligblokk	115	251,6	NG

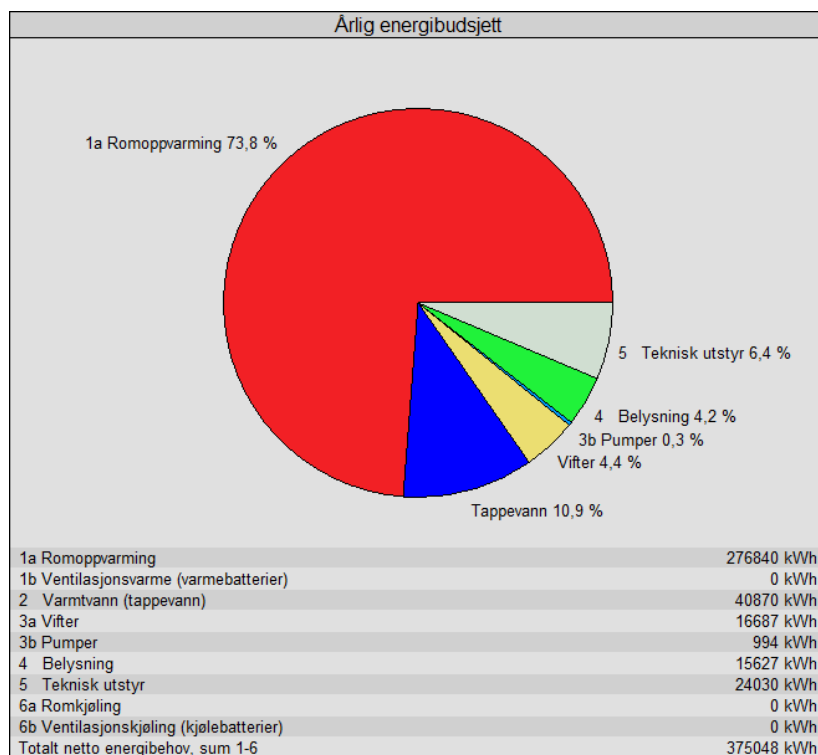
Evaluering i henhold til §14-4 – lege/fysioterapi

Bygningskategori	Totalt netto energibehov (kWh/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA pr. år)	Tollbugata simulert i Simien	Tilfredsstilt
Kontorbygg	150	176,3	NG

Evaluering i henhold til §14-4 – lege/fysioterapi

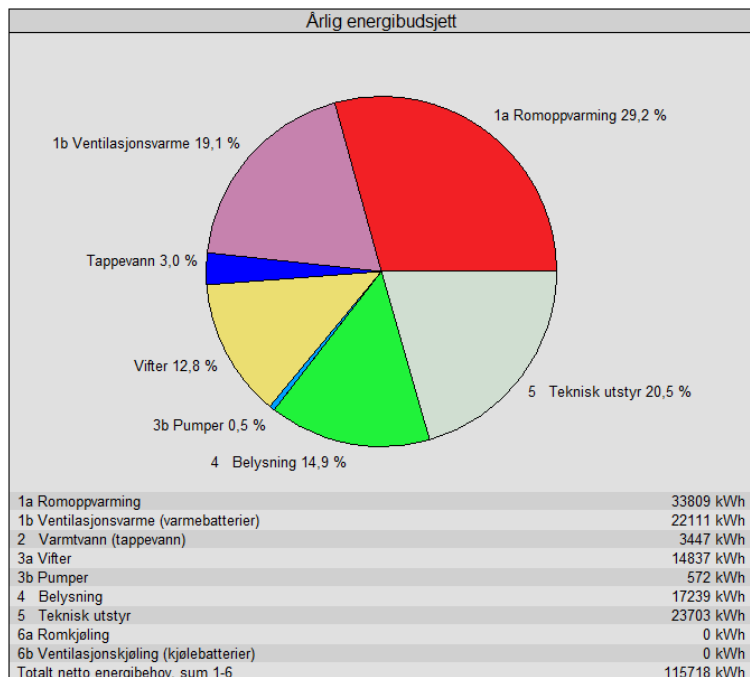
Bygningskategori	Totalt netto energibehov (kWh/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA pr. år)	Tollbugata simulert i Simien	Tilfredsstilt
Forretning	210	520,1	NG

Energibudsjett - Boligdel



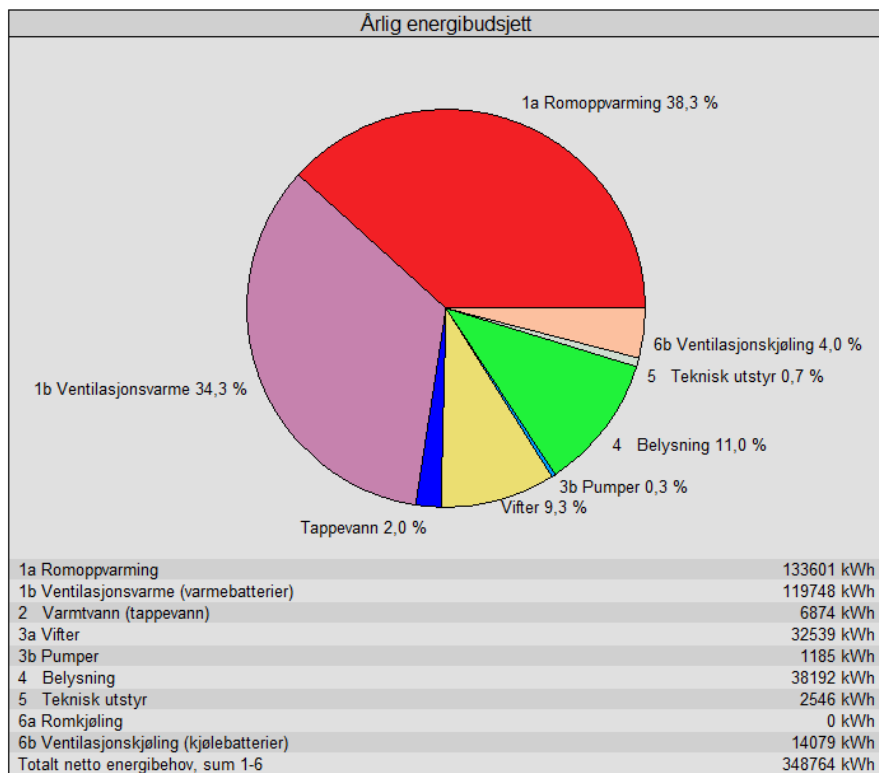
Vi kan se av diagrammet at det brukes meget store ressurser på romoppvarming. Dette er tall det bør gå an å gjøre noe med, og jeg vil derfor vurdere ulike tiltak senere i oppgaven.

## Energibudsjett - Boligdel

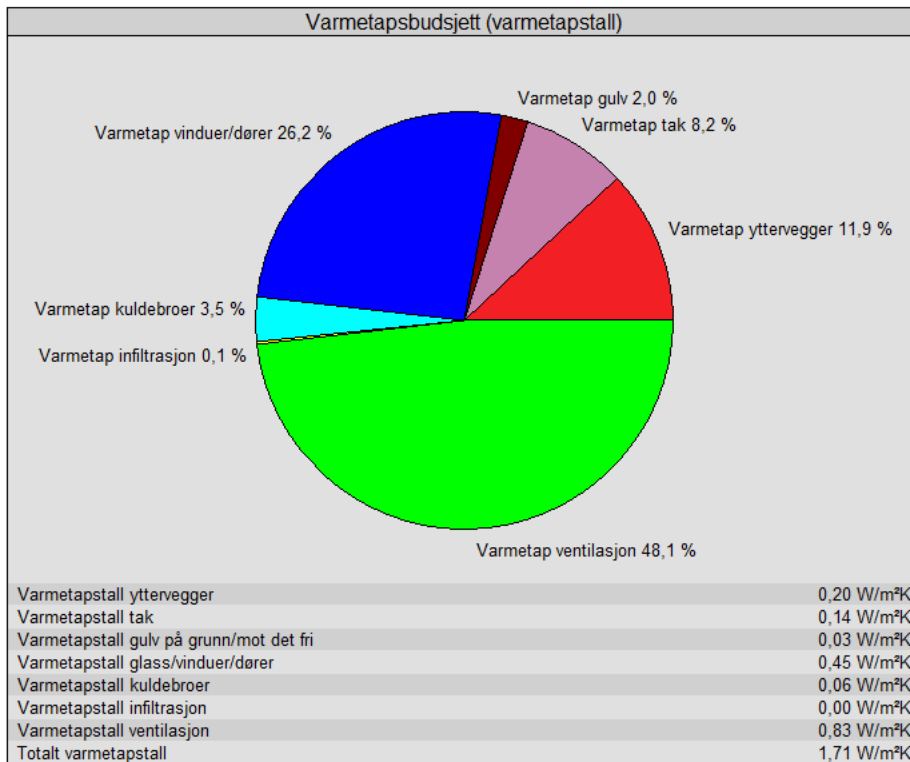


Andreetasjen, som inneholder legesenter og fysioterapi, har et diagram som er jevnere fordelt. Dette er mye på grunn av at disse bruker flere ressurser i det daglige, når de gjør sin jobb. Halve kaka går også her til oppvarming, men oppvarming av ventilasjonsvarme har tatt mye av den delen som ville stått på «romoppvarming» om ikke legesenteret hadde installert balansert ventilasjon. De får også mye varme gjennom bruk av teknisk utstyr.

## Energibudsjett – Posten

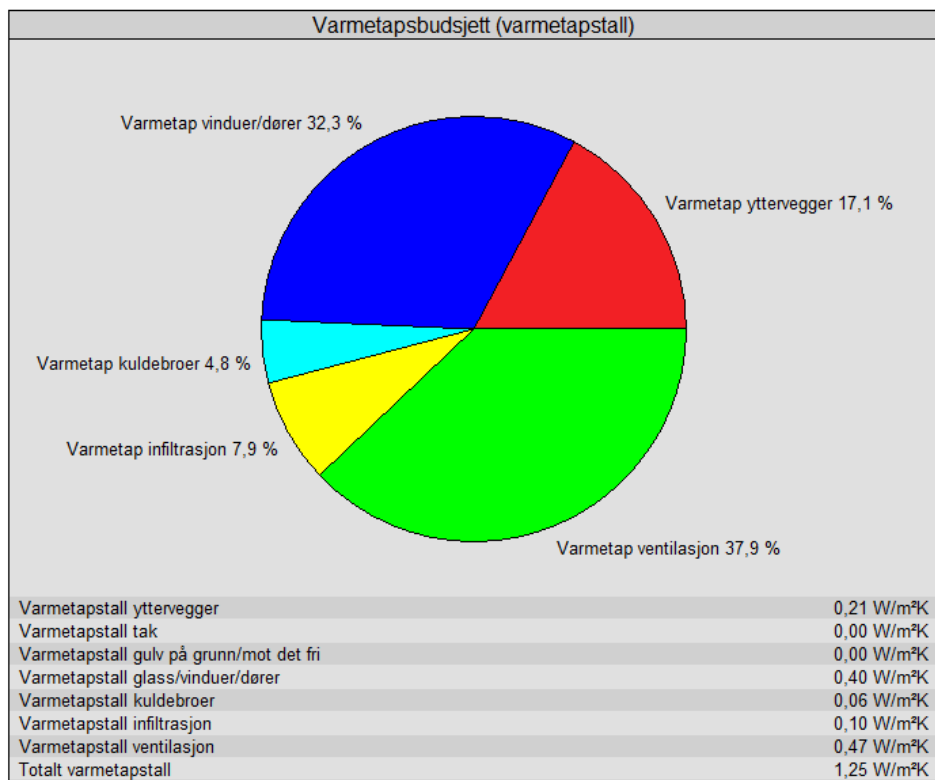


## Varmetapstall - Boligdel



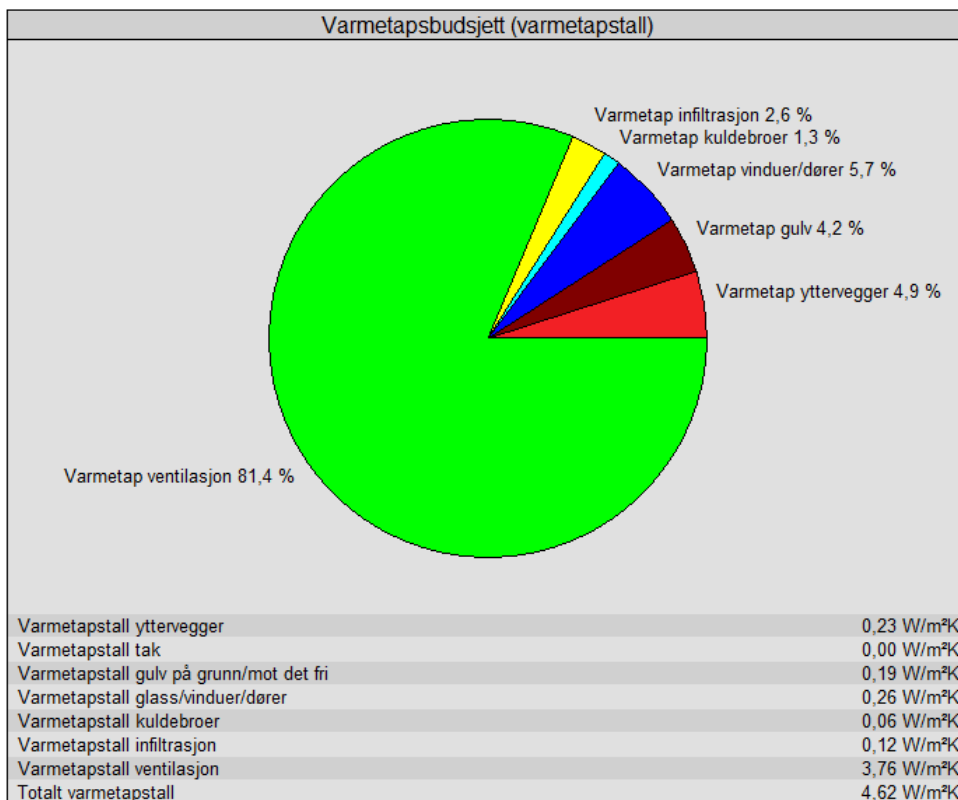
Vi ser at store deler av varmetapet skyldes ventilasjonsanlegget. Ventilasjonsanlegget er mekanisk, med avtrekkshetter over komfyr på kjøkken. Tilluften suges dermed inn, helt uoppvarmet, gjennom bygningskroppen, lufteventiler og vinduer, og sørger for at boligdelen av Tollbugata 13 taper mye varme.

## Varmetapstall – lege/fysioterapeut





## Varmetapstall – posten



## Klimagassregnskap - boligdel

Årlige utslipp av CO2		
Energivare	Utslipp	Spesifikt utslipp
1a Direkte el.	64886 kg	47,3 kg/m²
1b El. Varmepumpe	0 kg	0,0 kg/m²
1c El. solenergi	0 kg	0,0 kg/m²
2 Olje	87358 kg	63,7 kg/m²
3 Gass	0 kg	0,0 kg/m²
4 Fjernvarme	0 kg	0,0 kg/m²
5 Biobrensel	0 kg	0,0 kg/m²
Annen energikilde	0 kg	0,0 kg/m²
<b>Totalt utslipp, sum 1-6</b>	<b>152245 kg</b>	<b>111,0 kg/m²</b>

Vi ser at utslipp per m<sup>2</sup> per år er på 111kg. Et energieffektivt bygg trenger ikke å slippe ut noen klimagasser i det hele tatt, og med riktige energieffektiviseringstiltak, kan bygget bli mye bedre med tanke på klimagassutslipp.

### Klimagassregnskap – lege/fysioterapi

Årlige utslipp av CO2		
Energivare	Utslipp	Spesifikt utslipp
1a Direkte el.	26739 kg	38,9 kg/m <sup>2</sup>
1b El. Varmepumpe	7135 kg	10,4 kg/m <sup>2</sup>
1c El. solenergi	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
2 Olje	4001 kg	5,8 kg/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
Annen energikilde	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
Totalt utslipp, sum 1-6	37875 kg	55,1 kg/m <sup>2</sup>

Her ser vi at det monner med varmepumpe. Sammenlignet med boligdelen av Tollbugata 13, har lege- og fysioterapidelen et mye lavere utslipp av klimagasser.

### Klimagassregnskap – posten

Årlige utslipp av CO2		
Energivare	Utslipp	Spesifikt utslipp
1a Direkte el.	99241 kg	145,9 kg/m <sup>2</sup>
1b El. Varmepumpe	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
1c El. solenergi	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
2 Olje	41581 kg	61,1 kg/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
Annen energikilde	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
Totalt utslipp, sum 1-6	140822 kg	207,1 kg/m <sup>2</sup>

### Tiltak for å energieffektivisere Tollbugata 13.

Tallene som gjelder den eksisterende konstruksjonen taler klart for seg. Det vil både være økonomisk og miljømessig riktig å energieffektivisere Tollbugata 13. Jeg vil nå presentere noen forskjellige måter for å bedre dagens situasjon.

#### Alternativ 1 – Kun passive løsninger

Utvendig etterisolering av alle vegger, samt å gjøre om det eksisterende, oppførede tretaket til et kompakttak. Utskifting av alle vinduer og balkongdører. I tillegg til å forbedre bygningens transmisjonsvarmetap, vil også lekkasjetallet i bygningen bli kraftig forbedret ved å etterisolere alle veggene. Dette betyr igjen at infiltrasjonen blir mindre, og varmetap via infiltrasjon altså minker.

*Opprinnelig betongvegg med 100mm treullsement:*

Isolerer på utsiden med 250mm EPS-plater, 100mm grovpuss og 20mm sluttpuss.

Ny U-verdi: 0,122

*Bindingsverksvegg:*

Alt. 1

Isolerer på utsiden med 250mm mineralull. Ny vindsperre og kledning.

Ingen optimal løsning, da dybden på utvendig veranda reduseres med 250mm, og går fra 700mm til 425mm. Dette er så smalt at området blir ubrukelig. Alternativ kan være å trekke veggene helt ut, og sitte igjen med en større stue, men mindre uteplass. Uteplassen som blir igjen vil i tillegg få dårligere lysforhold.

Alt. 2

Isolerer på innsiden med 250mm mineralull.

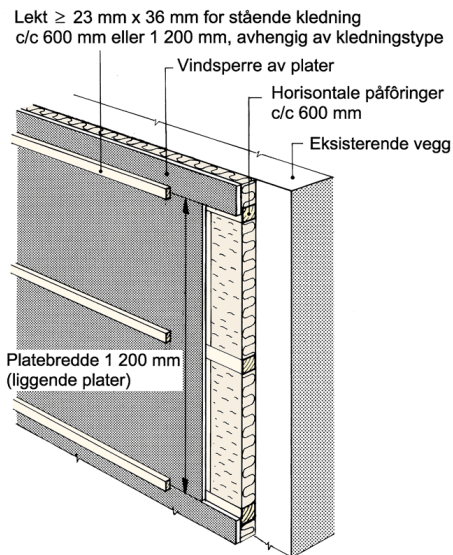
Dette får konsekvenser i form av redusert inneareal, samt at rørføringer i veggene, som vannrør til radiatorer, elektriske føringer o.l. må byttes ut. Fordelen er at det arkitektoniske uttrykket på utsiden ikke forringes.

*Betong med utvendig treullsementplate og kledning av tre:*

Tar av eksisterende panel. Etterisolerer på utsiden med 200mm påforet mineralull, vindsperre av 12 mm asfaltimpregnert porøs trefiberplate, lekter og 19mm panel av samme type som opprinnelig. For å få tilstrekkelig lav U-verdi, må vi ha 200mm ekstra isolasjon.

Dette medfører at utforingene der mineralullen skal legges må krysslektes.

Ny U-verdi: 0,156

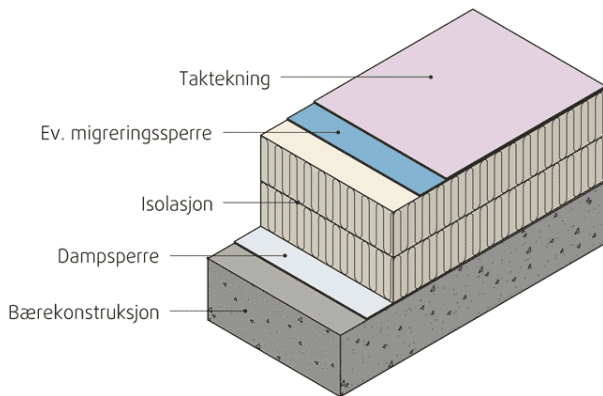


### *Oprinnelig betong med innvendig treullsementplate:*

Etterisoleres på samme måte som kjempevegg, men vi benytter 200mm EPS-plater fremfor 250mm, for å spare plass på verandaen, som er trang nok som den er.

Ny U-verdi: 0,16

### *Tak:*



Det eksisterende taket er et oppfôret tretak på dekke av betong. Dette bygges om, slik at vi får kompakttak. Dette er en løsning som anbefales i BKS 725.115 «Oppfôret tretak på dekke av betong. Utbedring og ombygging», og beskrives som et godt alternativ både fuktteknisk, varmeteknisk og økonomisk. Det nye kompakttakets utforming beskrives i BKS 525.207 «Kompakte tak».

### Vinduer og dører

Vinduer skiftes ut med superisolerende vinduer av typen 4E-16 Argon-4-16 Argon-E4 med U-verdi mellom 0,7 og 0,8 for hele vinduet, inkludert ramme.

Dører byttes ut med tilsvarende. Det finnes flere produsenter som tilbyr balkongdører med U-verdier ned mot 0,7.

Opprinnelig.	Type etterisolering	U-verdi	Kilde
Bindingsverk	250mm mineralull	0,16	Vedlegg 3
Betong, 100mm treullsem. Innv.	200mm EPS	0,15	
Betong, 50 mm treullsem. Innv.	200mm EPS	0,16	
Betong, 50mm treullsem. Utv.	200mm Steinull	0,16	
Oppforet tak	Ombygging	0,13	Tabell 442. BKS 525.207
Korrugerte stålplater	Ytterligere 180mm trykkfast isolasjon	0,13	Tabell 55. BKS 471. 013
Vinduer		0,7	Tabell 14. BKS 733.162
Balkongdør		0,7	

### Utbedring av kuldebroer

Tidligere kuldebroberegninger viste overraskende liten normalisert kuldebro. Den største faktoren til kuldebrovirkning, så ut til å være etasjeskillerene. Om man skal utbedre disse i særlig stor grad, må man eventuelt pakke hele betongdekket på balkongene fullstendig inn i trykkfast isolasjon. Dette er en komplisert affære, og fordi kuldebrovirkningen viste seg å være mindre enn på forhånd fryktet, vurderer jeg dette som unødvendig.

Resultater fra Simien – alternativ 1

*Evaluering av bygget i henhold til §14-3 i TEK10 -boligdel*

Beskrivelse	Krav TEK10	Tollbugata simulert i Simien	Enhet	Tilfreds stilt
Andel vindus- og dørareal sammenlignet med oppvarmet BRA	$\leq 20$	17,6	%	OK
U-verdi – yttervegg	$\leq 0,18$	0,16	W/(m <sup>2</sup> K)	OK
U-verdi – tak	$\leq 0,13$	0,13	W/(m <sup>2</sup> K)	OK
U-verdi – gulv	$\leq 0,15$	Har ikke	W/(m <sup>2</sup> K)	
U-verdi – glass/vindu/dør inkludert karm/ramme	$\leq 1,20$	0,74	W/(m <sup>2</sup> K)	OK
Normalisert kuldebroverdi, der m <sup>2</sup> angis i oppvarmet BRA, for øvrige bygninger	$\leq 0,06$	0,06	W/(m <sup>2</sup> K)	OK
Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell, for øvrige bygninger	$\leq 1,5$	1,5	Luftvekslinger/time	OK
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg, øvrige bygninger og arealer	$\geq 80$	0	%	NG
Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP), boligbygg	$\leq 2,5$	2,00	kW/(m <sup>3</sup> /s)	OK

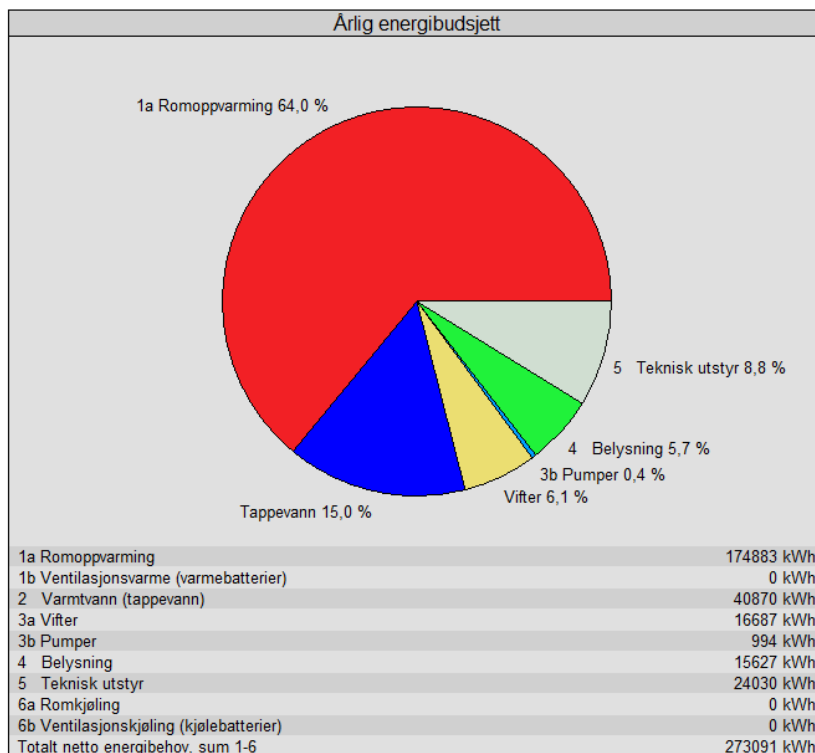
Vi ser at det eneste kravet i TEK10, §14-3 som ikke oppfylles er kravet om at årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg er mindre enn 80%. I dette alternativet har vi ikke gjort noe med bygningens aktive elementer, som ventilasjon, varme- og energiforsyning enda, og det er derfor uungåelig å feile på dette punktet.

### Evaluering i henhold til §14-4 - boligdel

Bygningskategori	Totalt netto energibehov (kWh/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA pr. år)	Tollbugata simulert i Simien	Tilfredsstilt
Boligblokk	115	180,7	NG

Vi oppfyller fortsatt ikke kravene til totalt netto energibehov. Dette er for en stor del på grunn av at vi fortsatt behøver mye energi til romoppvarming. Også her må vi skylde på at vi ikke har installert et mer moderne, balansert ventilasjonssystem med varmegjenvinner. Vi har allikevel forbedret oss kraftig fra de 251,6 kWh/m<sup>2</sup> som vi fikk da vi simulerte det eksisterende bygget.

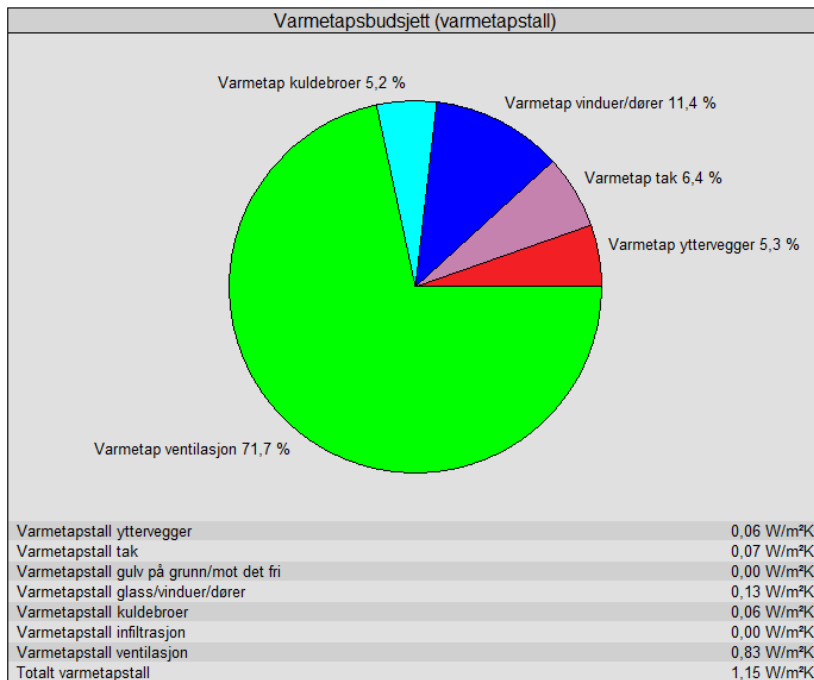
### Energibudsjett – boligdel



Om man kun ser på

kakediagrammet, men ikke på tallene her, ser energibudsjettet mistenkelig likt ut som det gjorde da vi simulerte eksisterende bygg. En kan altså bli lurt til å tro at tiltakene ikke har hjulpet, selv om det totale netto energibehovet er over 100000 kWh mindre nå enn før.

## Varmetapstall - Boligdel



Selv om mye er forbedret, er varmetapstallet fra ventilasjonen like høyt som i det eksisterende bygget, og ødelegger mye når det gjelder å få ned det totale varmetapstallet.

## Klimagassregnskap – boligdel

Energivare	Årlige utslipp av CO <sub>2</sub>	
	Utslipp	Spesifikt utslipp
1a Direkte el.	55937 kg	40,8 kg/m <sup>2</sup>
1b El. Varmepumpe	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
1c El. solenergi	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
2 Olje	55185 kg	40,2 kg/m <sup>2</sup>
3 Gass	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
4 Fjernvarme	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
5 Biobrensel	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
Annen energikilde	0 kg	0,0 kg/m <sup>2</sup>
Totalt utslipp, sum 1-6	111122 kg	81,0 kg/m <sup>2</sup>

Oppvarming av huset er fortsatt basert på olje og elektrisitet, og selv om man klarer seg med mindre energi, vil fortsatt klimagassutslippet være ganske høyt. 81kg/m<sup>2</sup> er dog meget bedre enn 111kg/m<sup>2</sup> som det var før etterisoleringen.



## Alternativ 2 – Isolering og nytt energiforsyningssystem

I tillegg til at veggene etterisoleres i henhold til alternativ 1, vil bygården kobles på fjernvarmeanlegget til Drammen Fjernvarme, slik det anbefales i tilstandsrapporten som er utarbeidet av Høyer Finseth (Vedlegg). Vi kaster ut oljefyringsanlegget, og bruker heller fyrrommet i kjelleren som sentral for inntak av fjernvarme. I tillegg installerer vi balansert ventilasjon med varmegjenvinner.

### Resultater fra Simien – alternativ 2

#### *Evaluering av bygget i henhold til §14-3 i TEK10 -boligdel*

Beskrivelse	Krav TEK10	Tollbugata simulert i Simien	Enhet	Tilfreds stilt
Andel vindus- og dørareal sammenlignet med oppvarmet BRA	$\leq 20$	17,6	%	OK
U-verdi – yttervegg	$\leq 0,18$	0,16	W/(m <sup>2</sup> K)	OK
U-verdi – tak	$\leq 0,13$	0,13	W/(m <sup>2</sup> K)	OK
U-verdi – gulv	$\leq 0,15$	Har ikke	W/(m <sup>2</sup> K)	
U-verdi – glass/vindu/dør inkludert karm/ramme	$\leq 1,20$	0,74	W/(m <sup>2</sup> K)	OK
Normalisert kuldebroverdi, der m <sup>2</sup> angis i oppvarmet BRA, for øvrige bygninger	$\leq 0,06$	0,06	W/(m <sup>2</sup> K)	OK
Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell, for øvrige bygninger	$\leq 1,5$	1,5	Luftvekslinger/time	OK
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg	$\geq 70$	75	%	OK
Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP), boligbygg	$\leq 2,5$	2,00	kW/(m <sup>3</sup> /s)	OK

Boligdelen av bygget består kravene til nybygg i henhold til § 14-3 i TEK10. Dette var ikke overraskende etter at det eneste som manglet da vi hadde gjennomført tiltakene i alternativ 1 var den årsgjennomsnittlige temperaturvirkningsgraden for varmegjenvinner.

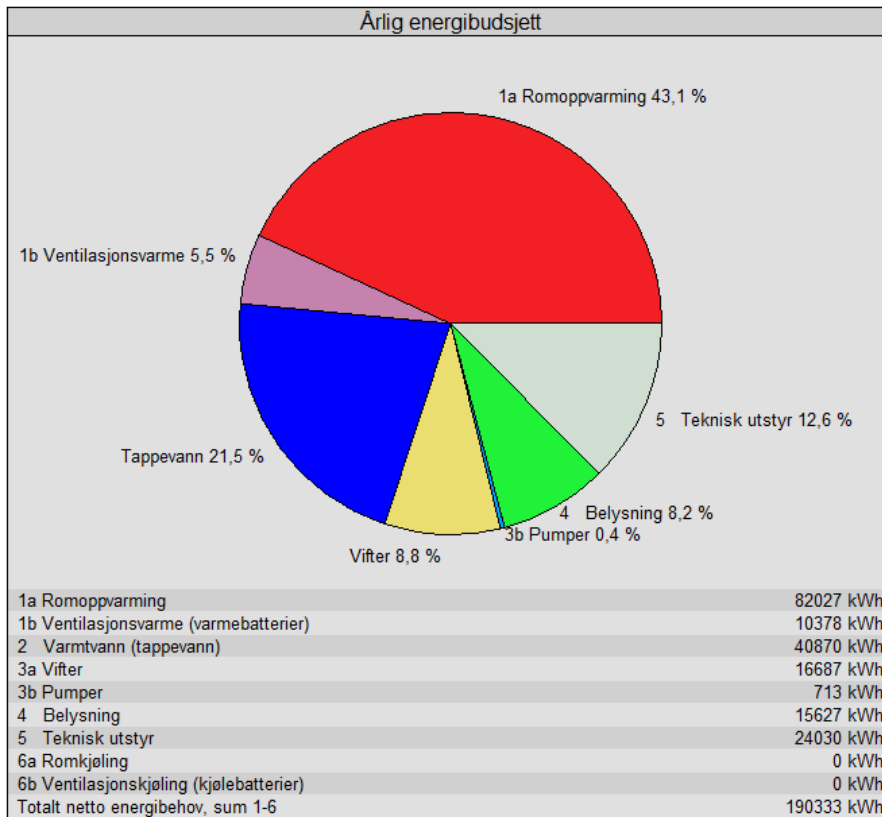
*Evaluering i henhold til §14-4 - boligdel*

Bygningskategori	Totalt netto energibehov (kWh/m <sup>2</sup> oppvarmet BRA pr. år)	Tollbugata simulert i Simien	Tilfredsstilt
Boligblokk	115	126,3	NG

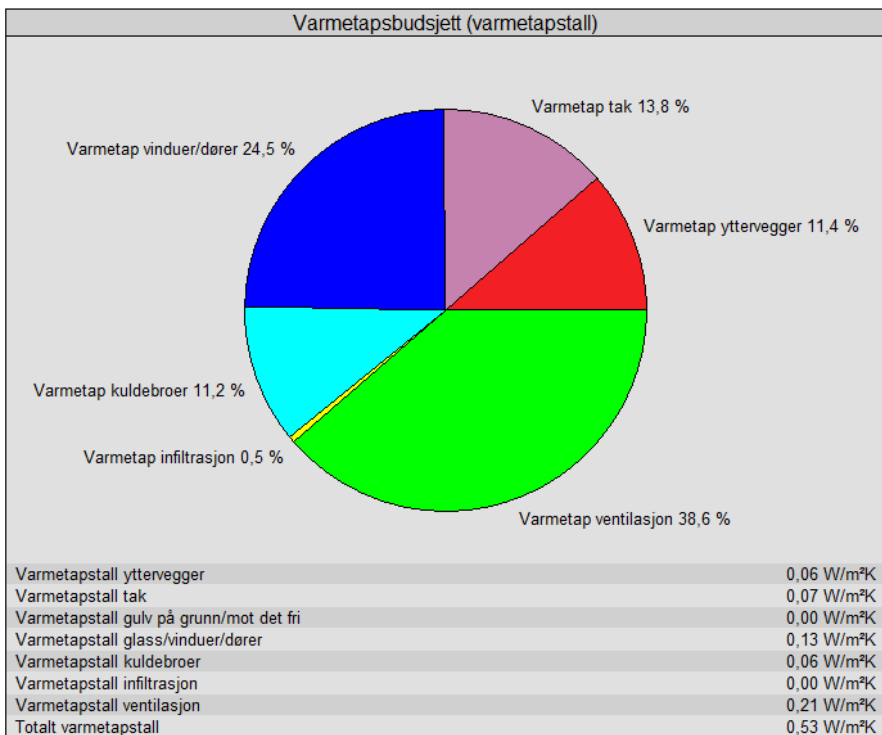
Når det gjelder kravet til energiramme i TEK10, § 14-4, er ikke dette tilfredsstilt. Dette gjør dog ikke noe, da bygget tilfredsstilte kravene i §14-3, og det er ikke nødvendig å tilfredsstille mer enn én av disse, så lenge minstekravene i §14-5 møtes.

	U-verdi – yttervegg [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-verdi – tak [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-verdi – gulv på grunn [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-verdi – vindu og dør, inkl. karm/ramme [W/(m <sup>2</sup> K)]	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftvekslinger/time)
Minstekrav	≤ 0,22	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 1,6	≤ 3,0
Tollbugata	0,16	0,13	Ikke aktuell	0,74	1,50

## Energibudsjett – boligdel



## Varmetapstall – boligdel



### Alternativ 3 – Helt ny klimaskjerm

Kravene til lufttette hus i passivhusklassen vil være vanskelige å nå for et bygg med så mange gjennomgående betongkonstruksjoner som vi finner i denne bygården. Et alternativ, om man vil prøve å nå passivhusstandarden, vil være å rive de eksisterende bindingsverksveggene og balkongbrystningene, og bygge et nytt skall utenpå den eksisterende, bærende betongkonstruksjonen. På denne måten kler man inn alle konstruksjonene som kan gi kuldebroeffekter, og man kan selv bestemme hvordan de nye fasadene skal se ut. Man vil som en bonus få økt boareal i leilighetene, men mister uteplassen man til nå har hatt.

## Diskusjon

I løpet av denne oppgaven har vi sett at det er fullt mulig å energieffektivisere en bygård så den når kravene i dagens versjon av byggt teknisk forskrift. En kan dog spørre seg om det er verdt det for enhver pris. Løsningene jeg har fremmet her er basert på store mengder etterisolering, og det kan være på sin plass å tenke seg om før en kaster seg inn i en slik rehabiliteringsjobb. Fasadene på dette aktuelle bygget er ikke vernede, men om man skal etterisolere veggene slik at man kommer ned på TEK10-nivå, er det nødvendig å lage så tykke vegger at utearealet på de eksisterende balkongene nesten spises helt opp. De ytre delene av balkongene i 3. og 4. etasje er i dag kun 70 cm dype, og med ytterligere 250 mm isolasjon på veggene, vil det bli trangt å gå her. Man vil riktig nok fortsatt ha arealet utenfor balkongdøra, men dette vil også bli preget av tilleggsisolasjon på alle kanter.

Innvendig isolering vil kreve like tykk isolasjon for å komme ned på kravet til U-verdi, og i så tilfelle mister de allerede trange leilighetene her enda mer areal. Et alternativ kan være, som det står i tilstandsrapporten (vedlegg) å slå ned noen vegger innvendig, og slå sammen leiligheter, for å gjøre bygården mer attraktiv for familier. Da kan det være aktuelt med innvendig etterisolering, men det vil fortsatt gjøre at boarealet svinner, og må derfor tenkes godt gjennom før man bestemmer seg for det. I tillegg er det rørføringer for radiatorer, elektrisitet og lignende i ytterveggene, hvilket kompliserer innvendig etterisolasjon.

Om man først skal etterisolere, og bestemmer seg for å gjøre det skikkelig, kan det være aktuelt å gå så drastisk til verks at man river bindingsverksveggene og balkongbrystningene, og bygger et helt nytt klimaskall *utenfor* de eksisterende betongkonstruksjonene. Utelivet på balkongen vil forsvinne, da det jo ikke blir noen balkong der, men man får desto større areal å boltre seg på innendørs. I tillegg kan man, ved å bygge et helt nytt klimaskall bestemme akkurat hvilken type vegg man vil bygge. På den måten kan man bygge en tett bygningskropp, og istedenfor å stoppe ved kravene i TEK10, kanskje strekke seg etter passivhusstandarden. En litt mindre ekstrem variant av dette, vil være å glasse inn balkongene, og etterisolere bindingsverksveggene på innsiden. Ved å bruke denne metoden, vil man få en halvtemperert sone der det nå er balkonger, noe som kan føre til at balkongene kan brukes tidligere på våren og senere på høsten enn i dag. Faren ved en slik løsning er at noen kan bli fristet til å bruke balkongen som inneareal, noe som vil føre til at

energien man ville spare ved å ha en temperert sone utenpå leiligheten i stedet forsvinner ut gjennom innglassingen.

## Konklusjon

Å rehabilitere en bygning med allerede trange arealer, slik at den skal nærme seg dagens krav, kan være vanskelig å få til, da de nødvendige utbedringer vil være meget plasskrevende. Å bytte ventilasjonssystem og energi- og varmforsyning, er tiltak som vil gjøre at både klimagassregnskapet og det økonomiske regnskapet for de som bor i slike boenheter kommer litt mer i balanse. Å tilfredsstille dagens krav til U-verdier i bygningskomponenter, vil dog kreve mye plass og ressurser. Små tiltak vil hjelpe, men om man virkelig ønsker at den eksisterende bygningen skal heves til dagens krav eller bedre, vil det ofte være nødvendig å gjøre større endringer i konstruksjonen. For eksempel å endre planløsningene kan være nødvendig når etterisolering opptar et for stort areal.

## Litteraturliste

Bryhni, I. (1995) Geologiske prosesser. Oslo, Unipub

Arrhenius, S. (1896) On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground. Philosophical Magazine and Journal of Science, 5(41), s. 237-276. [internett] Tilgjengelig fra: [http://rsc.live3.rsc.org/images/Arrhenius1896\\_tcm18-173546.pdf](http://rsc.live3.rsc.org/images/Arrhenius1896_tcm18-173546.pdf) [lest: 04.03.2014]

Regjeringen (2014) Framtidens byer [internett] Tilgjengelig fra: <http://www.regjeringen.no/nb/sub/framtidensbyer/om-framtidens-byer.html?id=548028> [lest: 06.03.2014]

Moe, A. S. og Waage, A. Framtidens bygg [internett] Tilgjengelig fra: <https://www.arkitektur.no/om-framtidens-bygg> [lest: 06.03.2014]

FutureBuilt (2014a) Programbeskrivelse [internett] Tilgjengelig fra: <http://www.futurebuilt.no/mal-og-visjoner> [lest: 09.03.2014]

FutureBuilt (2014b) Årsrapport 2013 [internett] Tilgjengelig fra: [http://www.futurebuilt.no/mal-og-visjoner?iid=388713&pid=FB-FB\\_Article-Files.Native-InnerFile-File&attach=1](http://www.futurebuilt.no/mal-og-visjoner?iid=388713&pid=FB-FB_Article-Files.Native-InnerFile-File&attach=1) [lest: 09.03.2014]

Knudsen, T. A. og Alfsen, E. W. Strømsø/Danviks historie [internett] Tilgjengelig fra: [http://www.drammen.no/nb-NO/Om\\_Drammen/Drammens\\_historie/Bydelenes\\_historie/Stromso\\_Danviks\\_historie.aspx](http://www.drammen.no/nb-NO/Om_Drammen/Drammens_historie/Bydelenes_historie/Stromso_Danviks_historie.aspx) [lest 16.03.2014]

Grimstad, C. E. Hva skal vi med Strømsø? [internett] Tilgjengelig fra:  
<http://www.dt.no/nyheter/debatt/hva-skal-vi-med-stromso-1.2623064> [lest 16.03.2014]

Drammen kommune (2013a) Kort historikk om bruene i Drammen [internett] Tilgjengelig fra:  
<http://www.drammen.kommune.no/no/Om-kommunen/Prosjekter/Ny-bybru/Slik-sender-du-inn-forslaget-ditt/Kort-historikk-om-bruene-i-Drammen/> [lest 16.03.2014]

Drammen kommune (2013b) Tollbugataprojektet [internett] Tilgjengelig fra:  
<https://www.drammen.kommune.no/no/Tjenester/Byutvikling/Gate-eksperiment-pa-Stromso/> [lest 17.03.2014]

Lindberg, K. B. og Magnussen, I. H. (2010) Tiltak og virkemidler for redusert utslipp av klimagasser fra norske bygninger. Oslo. Norges vassdrags- og energidirektorat

Direktoratet for byggkvalitet (2014) Byggteknisk forskrift med veiledning [internett]  
Tilgjengelig fra: <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dpx=/dpx/content/tekniskekrav/14/> [lest 02.04.2014]

Regjeringen (2005) Mer effektiv bygningslovgivning II [internett] Tilgjengelig fra:  
<http://www.regjeringen.no/nb/dep/kmd/dok/nouer/2005/nou-2005-12.html?id=154014>  
[lest: 07.05.2014]

Anda, S og Bjelland, A. S. H. (2013) Fra passivhus til Plusshus Oslo. Fagbokforlaget

Butters, C og Lelhland, B. N. (2012) Fra passivhus til sunne hus. Oslo. GAIA agenda forlag



Landsend, M (2011) Passiv sparing. Dagbladet, 28.01.2011 [internett] Tilgjengelig fra: <http://www.dagbladet.no/2011/01/28/magasinet/sondag/hus/bolig/miljo/15233821/> [lest: 30.03.2014]

Rodahl, T (2011) Passivhus [internett] Tilgjengelig fra: <http://bygg.tekna.no/passivhus/> [lest 04.04.2014]

Sintef Byggforsk (1994) 700.305 Tilstandsanalyse som grunnlag for vedlikeholdsplan (abonnementstjeneste) [internett] Tilgjengelig fra: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=639> [lest 14.03.2014]

Gustavsen, A., Thue, J. V., Blom, P., Dalehaug, A., Aurlien, T., Gynning, S., Uvsløkk, S. (2008) Kuldebroer – Beregning, kuldebroverdier og innvirkning på energibruk. Oslo. SINTEF Byggforsk

Sintef Byggforsk (2008) 471.015 Kuldebroer. Konsekvenser og dokumentasjon av energibruk. (abonnementstjeneste) [internett]. Tilgjengelig fra: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=213#i15> [lest 07.04.2014]

Sintef Byggforsk (2008) 471.013 U-verdier. Tak. (abonnementstjeneste) [internett]. Tilgjengelig fra: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=212> [lest 07.04.2014]

Sintef Byggforsk (2010) 725.115 Oppföret tretak på dekke av betong. Utbedring og ombygging. (abonnementstjeneste) [internett]. Tilgjengelig fra:

Sintef Byggforsk (1996) 700.601 Rehabilitering av gamle bygårder (abonnementstjeneste) [internett] Tilgjengelig fra <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=641> [lest 08.04.2014]

Sintef Byggforsk (1996) 527.207 Kompakte tak (abonnementstjeneste) [internett] Tilgjengelig fra: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=387> [lest 08.05.2014]

Byggeforskriften (1969) Byggeforskriften 1969 [internett] Tilgjengelig fra: <http://oppslagsverket.dsb.no/content/arkiv/plan-bygg/Byggeforskrift-1969/> [lest: 24.03.2014]

Byggteknisk Forskrift (2010) Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk Forskrift) [internett] Tilgjengelig fra: <http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-489> [lest: 24.03.2014]

Eliassen, H. E. H. (2011) Nye hus skal tette strømtap for 5 milliarder. Aftenposten, 19.10.2011 [internett] Tilgjengelig fra: [http://www.aftenposten.no/bolig/article695549.ece#.U2qSMvl\\_vh5](http://www.aftenposten.no/bolig/article695549.ece#.U2qSMvl_vh5) [lest: 07.05.2014]

Energiråd Innlandet (2014) Oppvarming av boliger [internett] Tilgjengelig fra: <http://www.energirad-innlandet.no/husholdninger/oppvarming-av-boliger> [lest 08.04.2014]

Magnussen, I. H., Spilde, D. og Killingland, M. (2011) Energibruk, energibruk i Fastlands-Norge Oslo. NVEs hustrykkeri

Sintef Byggforsk (2013) 723.312 Etterisolering av betong- og murvegger (abonnementstjeneste) [internett] Tilgjengelig fra: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=678> [lest 03.05.2014]

Sintef Byggforsk (2004) 733.162 Utbedring av eldre trevinduer (abonnementstjeneste) [internett] Tilgjengelig fra: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=702> [lest: 08.05.2014]

Sintef Byggforsk (2005) 533.242 Vindusdører. Typer og egenskaper (abonnementstjeneste) [internett] Tilgjengelig fra: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=3227> [lest: 03:05.2014]

Sintef Byggforsk (1991) 515.505 Fjernvarme i boligområder (abonnementstjeneste) [internett] Tilgjengelig fra: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=267> [lest 03.05.2014]

Sintef Byggforsk (2011) 552.455 Vannbaserte solfangere. Funksjon og energiutbytte (abonnementstjeneste) [internett] Tilgjengelig fra: <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=542> [lest 03.05.2014]

Lewis, H. Ø. (2011) Får støtte for å bore etter varme. Aftenbladet, 09.12.2011 [internett] Tilgjengelig fra: [http://www.aftenbladet.no/energi/fornybar/Far-stotte-for-a-bore-etter-varme-2903966.html#.U2pzcf1\\_vh4](http://www.aftenbladet.no/energi/fornybar/Far-stotte-for-a-bore-etter-varme-2903966.html#.U2pzcf1_vh4) [lest: 01.05.2014].

Bastiansen, A. red. (1969) Byggteknikk . Oslo: Teknologisk forlag

Norges Geologiske Undersøkelse Berggrunnskart [internett] Tilgjengelig fra:  
<http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/> [lest 13.05.20014]

Norges branntekniske laboratorium (1962) Fortegnelse over bygningsdeler, kledninger, dører og tungtannelige materialer som er brannteknisk klassifisert og godkjent av Kommunal- og arbeidsdepartementet. Oslo: A/S Byggtjeneste

Thrane, E. (1979) Tynnplatekonstruksjoner i stål: produkter, anvendelse og levering. Oslo: Norsk verskedsindustri standardiseringsentral

Enova (2004) Energioppfølging i næringsbygg – en innføring. Trondheim: Enova

Almås, A. et. al. (2012) Kostnadsoptimalitet og Energiregler i TEK. Oslo: Multiconsult

Norges standardiseringsforbund (2007) NS3031. Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data. Lysaker: Standard Norge.

Björk, C., Kallstenius, P., Reppen, L. (2003) Så byggdes husen 1880-200. Stockholm: Tryck Edita Ljunglöfs

Røykpiper, ildsteder, sentralvarmeanlegg m.v. Ventilasjonskanaler, søppelnedkast Forskr. Kap. 27-29 Kap. 30-31 Kap. 49 Lovens § 106	Sentralvarmeanlegg. Etter forskr.
Etasjehøyder, rommenes golvareal og lysforhold Forskr. Kap. 44	Etter forskriftene.
Tilleggsrom Lovens § 76	I kjeller og på leilighetsplanet.
Priveter - WC Lovens § 75	
Innhegning Lovens § 103	--
Diverse opplysninger	Vinduer i gavler plassert foreløpig og man flytter disse så snart byggene ved siden kommer opp.

## Byggherre

Dato	Underskrift	Adresse
	<i>For Solveig Adles, Ruths Slag og Telling Eidehaugen Telling Galbraudsen</i>	Skarpsnorveien 9 Drammen

## Anmelder

Dato	Underskrift	Adresse
25.6.70	<i>Ole K. Karlsson</i>	st. Olavsgt. 4 Drammen.

## Ansvarshavende

Dato	Underskrift	Adresse
	etter anbud.	<b>Ole K. Karlsson as</b> Murmester - Entreprenørforetning

DRAMMEN INGENIØRVESEN

Jnr. 1895 22/7-70

## Byggemelding

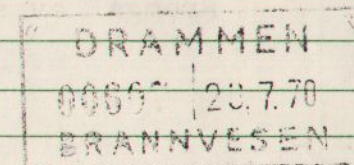
i henhold til bygningsloven av 18. juni 1965 § 93<sup>1)</sup>  
(jfr. bygningsloven, departementets forskrifter av 15. des. 1949 med midlertidig tillegg av 1. des. 1965.)

Til bygningsrådet i Drammen

Eiendommens navn	Tollbodgt. 13 Drammen	G nr./B nr. (Matr. nr.)
Gate-el. veinavn		Nr.
Bygningens art (sett X)	<input type="checkbox"/> Våningshus <input type="checkbox"/> Forretnings- og kontorbygg <input type="checkbox"/> Fabrikk <input type="checkbox"/> Verksted-bygning <input type="checkbox"/> Lager <input type="checkbox"/> Uthus <input type="checkbox"/> Garasje	
	<input type="checkbox"/> Skole <input type="checkbox"/> Forsamlings-lokale <input type="checkbox"/> Annen bygning	Forr. og boligbygg
Arbeidets art (sett X)	<input checked="" type="checkbox"/> Nybygging <input type="checkbox"/> Ombygging <input type="checkbox"/> Tilbygging <input type="checkbox"/> Påbygging <input type="checkbox"/> Innredning <input type="checkbox"/> Hoved-reparasjon	
	Andre arbeider	

Spesifikasjon over vedlegg til søknaden (tegninger, oppgaver, beskrivelser, godkjenninger, varselbrev m.v.)

1	Planer, snitt fasader, sit. plan
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	



1) Om søknaden og bilagene (byggningsforskriftene kap. 54)

- Søknaden utferdiges i 2 eksemplarer og sendes bygningsrådet sammen med fastsatt gebyr (§ 1, nr. 4)
- Søknaden skal inneholde nøyaktig redegjørelse for alle forhold som er nødvendig til bedømmelse av arbeidets lovlighet (§ 1, nr. 1)
- Søknaden skal være undertegnet av anmelder, byggherre og ansvarshavende så snart han er godkjent (§ 1, nr. 4)
- Søknaden skal ha vedlagt de bilag som er forlangt i 2 eksemplarer (§ 1, nr. 4, jfr. nr. 1-3)
- Tegninger skal være datert og undertegnet

Opplysninger til oversiktsplanen (Situasjonskartet) Forskr. kap. 54, § 1, nr. 1 a	Tomtens størrelse .....	997	m <sup>2</sup>
	Areal av eldre bebyggelse.....	0	m <sup>2</sup>
	Areal av nybygg.....	499,2	m <sup>2</sup>
	Samlet golvflate i alle etasjer (Kjeller og loft medregnes i den utstrekning det inngår i beboelse- og arbeidsrom).	2 808,4	m <sup>2</sup>
	Beregnet verdi av byggearbeidet (Tomteverdi medtas ikke)	Kr. --	

Byggegrunnens beskaffenhet, belastning og fundamentering  Forskr. Kap. 54, § 1 nr. 1 c Kap. 2-4 Kap. 43, § 1	Sand, kfr. kons. tegn. og beregn.
Drenering, hovedkloakk og vanntilførsel  Forskr. Kap. 54, § 1 nr. 1 d Lovens §§ 65-68	Tilknytted off. ledninger i vei. Etter forskr.
Adkomst og avstand fra vei  Lovens §§ 66 og 71	Fremgå av sit. plan.
Naboer og gjenboere  Forskr. Kap. 54, § 1 nr. 3 Lovens § 94 nr. 3	Er varslet skriftlig. Kvitteringer vedl.
Avstand fra annen bygning og fra nabogrense  Lovens § 70 Forskr. Kap. 19, 47 og 53 § 1	Fremgår av sit. planen.
Fasaden (utseende i seg selv og i forhold til omgivelsene)  Lovens § 74 nr. 2	Se tegn.
Arbeid som må godkjennes av annen myndighet  Lovens § 14 nr. 2 Forskr. Kap. 54, § 1 nr. 5	Arb. tilsynet vil bli varslet når leietakerne er blitt bestemt.

Særlige konstruksjoner	Se kons. tegninger og beregninger.
Isolasjon mot grunnfuktighet  Forskr. Kap. 43 § 2	Etter forskr.
Framspring  Forskr. Kap. 53 § 3	Se tegningene.
Takoppbygg  Forskr. Kap. 48 § 2 Kap. 50 nr. 3	Takoppbygg for heis/trapp.
Takkonstruksjoner og taktekkning  Forskr. Kap. 22 Kap. 48 § 1 og 3	Oppforet tretak med 2 lag papptekkinh.
Vegger  Forskr. Kap. 9-19 Kap. 47	Gjennomgående balkongbrystninger i betong. Vegger av 4" bihd. verk isolert, 2 lag papp, x2x1 1 lag panel utv. 1 lag gipsonit innv.
Varme- og lydisolasjon  Forskr. Kap. 5	Etter forskriftene.
Trapper og trapperom  Forskr. Kap. 21 Kap. 46 § 1-2	Se tegningene. Etter forskriftene.

K O P I

TELEFON 834406  
POSTGIRO 48090  
BANKGIRO 37336/190

SIVILINGENIØR

DRAMMEN.

WILL ARENTZ

M.N.I.F



M.R.I.F.

RÅDGIVENDE INGENIØR I BYGGETEKNIKK

24/3-71.  
DRAMMEN  
J.Nr. 453  
70

Arkitekt MNAL A.W. Kirkhorn,  
St. Olavs gt. 4,  
Her.

Ang. Tollbugt. 13. 5.etasje.

Jeg henviser til konferanse igår med gjennom-  
gåelse av planene for en 5.etasje på midtre  
del av Tollbugt. 13.

Ved å utføre påbygningen i lett konstruksjon  
av tre og Robertson og med direkte nedføring  
av nye laster til underliggende bærekonstruk-  
sjon skulde påbygningen være iorden konstruk-  
tivt.

Med hilsen

Will Arentz.

Sendes in duplo.  
Gjenpart for bygningssjefen i Drammen. ✓

## Utrekning av U-verdier

### U-verdi for betongvegg med utvendig treullsement og panel

Sjikt	d	$\lambda$	R	Kilde	
Utvendig overgangsmotstand			0,04	Tabell 24. BKS 471.008	
Utvendig kledning	0,019	0,13	0,146153846	Tabell 31. BKS 471.010	
Treullsement	0,05	0,08	0,625	Tabell 48a. BKS723.306	
Armert betong	0,1	2,5	0,04	Tabell 22. BKS 471.010	
Innvendig varmemotstand			0,13	Tabell 24. BKS 471.008	
SUM	0,169		0,981153846		
Kan se bort fra $\Delta U$ , da treullsementen er støpt fast i veggen av armert betong, og ingen luftlommer oppstår.					
U=1/R					
U				1,019208154	

### U-verdi gulv og vegg mot uisolert kjeller

U-verdi, kjeller = $U_f$					
Etasjeskilleren over kjelleren er et 19mm armert betongdekke med 10mm vinylbelegg					
Sjikt	d	$\lambda$	R		
Armert betong	0,19	2,5	0,076		
Vinylbelegg	0,01	0,25	0,04		
Sum RT	0,2		0,116		
U=1/RT					
	$U_f$				
U-verdi for etasjeskiller, kjeller mot 1.etg	8,620689655				
U-verdi, veggkonstruksjon uten hensyn til grunnen, $U_w$					



Veggen består av 325mm betong og 75mm treullsement				
Sjikt	d	$\lambda$	R	
Armert betong	0,32 5	2,5	0,13	
treullsement	0,07 5	0,15	0,5	
Sum Rw	0,4		0,63	
Uw=1/Rw				
	Uw			
U-verdi for kjellervegg, uten hensyn til grunnen	1,58 7301 587			
	n	0,3	luftskiftninger per time	
U-verdi for golv i kjeller, U <sub>bf</sub>				
	V	2205		
Parameteren B'	P	124, 5	m	P er lengde på ytterkant av kjellergulv som går mot ytterside.
	A	735	m <sup>2</sup>	A er areal av kjellergulv
	B'	11,8 0722 892		$B' = A/(0,5 \cdot P)$
Parameter dt	d	0,1	m	
	$\lambda$	2		
	R <sub>f</sub>	0,05		$R_f = d/\lambda$
	Z	3	m	
	w	0,4	m	
	R <sub>si</sub>	0,17		Kjelleren er uoppvarmet, slik at varmestrømmen vil være nedadrettet, mot grunnen
	R <sub>se</sub>	0,04		
	dt	0,92		
	pi	3,14 1592 654		
Parameter dw	dw	1,68		
Er kjellergulvet godt isolert? Dvs. er $dt+(Z/2) \geq B'$	dt+(Z/2)			
	2,42	<	11,8 0722 892	
Nei, kjellergulvet er langt fra godt isolert				

Regner ut U <sub>bf</sub>	U <sub>bf</sub>	- 0,28 2726 125		U <sub>bf</sub> =- ((2*λ)/(π*B'+dt+(Z/2)))*ln((π*B')/(d t+(Z/2))+1)
$U_{bf} = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot B' + d_t + \frac{Z}{2}} \cdot \ln \left( \frac{\pi \cdot B'}{d_t + \frac{Z}{2}} + 1 \right)$				
Regner ut U <sub>bw</sub>	U <sub>bw</sub>	0,48 5837 127		
$U_{bw} = \frac{2 \cdot \lambda}{\pi \cdot z} \cdot \left( 1 + \frac{0,5 \cdot d_t}{d_t + z} \right) \cdot \ln \left( \frac{z}{d_w} + 1 \right)$ <p>hvis d<sub>w</sub> &lt; d<sub>t</sub> erstattes d<sub>t</sub> med d<sub>w</sub></p>				
Samlet U-verdi for kjeller		0,74 9511 952		
$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{A}{A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw} + h \cdot P \cdot U_w + 0,33 \cdot n \cdot V}$				

U-verdi bindingsverksvegg

Beregning av U-verdi etter BKS471.008						
Andel tre/isolasjon i bindingsverk						
			Trestendere	Isolasjon		
			0,12	0,88		
4" = 101 mm (Byggteknikk 1 fra 1969, s. 435)						
Beregning av øvre grenseverdi R'T						
Sjikt	d	λ	Rtrestendere	Risolasjon	Kilde	
Utvendig overgangsmotstand			0,04	0,04	Tabell 24. BKS 471.008	
Utvendig kledning	0,019	0,13	0,146 15384 6	0,1461 53846	Tabell 31. BKS 471.010	
Forhudningspapp			0,03	0,03		
Stendere 48*98mm	0,101	0,13	0,776 92307 7		Tabell 22. BKS 471.010	
Isolasjon - Mineralull	0,101	0,037		2,7297 2973	Tabell 21. BKS 471.010	
Dampsperrsjikt (papp)			0,03	0,03	Tabell 31. BKS 471.010	
Gipsonit (13mm)	0,013	0,2	0,065	0,065		
Innvendig varmemotstand			0,13	0,13	Tabell 24. BKS 471.008	
Total varmemotstand i henholdsvis stender- og isolasjonsdel			1,218 07692 3	3,1708 83576		
Beregning av total varmemotstand for treverk og isolasjon						
$R'_T = \frac{A_a + A_b + \dots + A_n}{\frac{A_a}{R_{Ta}} + \frac{A_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{A_n}{R_{Tn}}} = \frac{\sum A}{\sum \left(\frac{A}{R_T}\right)}$		=		$\frac{0.88 + 0.12}{\frac{0.88}{3.09} + \frac{0.12}{1.2}}$		2,659 28368 2
Total varmemotstand, øvre grenseverdi, R'T						2,659 28368 2
Beregning av nedre grenseverdi R''T (Isolasjon og stendere legeres)						

λ-verdi for legering av isolasjon og trestendere				Aa*λa + Ab*λb		0,04816
Sjikt	d	λ	Rlegering			
Utvendig overgangsmotstand			0,04		Tabell 24. BKS 471.008	
Utvendig kledning	0,019	0,13	0,146153846		Tabell 31. BKS 471.010	
Forhudningspapp			0,03			
Legering av isolasjon og trestendere	0,101	0,04816	2,09717608		Tabell 21 og 22. BKS 471.010	
Dampsperrsjikt (papp)			0,03		Tabell 31. BKS 471.010	
Gipsonit (13mm)	0,013	0,2	0,065			
Innvendig varmemotstand			0,13		BKS471.008	
Total varmemotstand, nedre grenseverdi			2,538329926			
Total varmemotstand, nedre grenseverdi, R''T						2,538329926
Varmemotstand for vegg i bygningsverk						
RT=(R'T+R''T)/2						
						2,598806804
U-verdi for vegg i bindingsverk						
ΔU er her ΔUg						
der RI=Varmemotstand i sjiktet som inneholder legeringer						
RI	2,09717608					

$\Delta U''$	0,04	Tabell 42. BKS471.00 8				
	$\Delta U_g = \Delta U \cdot \left(\frac{R_l}{R_T}\right)^2$		$0.04 \left(\frac{2.035}{2.54}\right)^2$		,026048444	
$\Delta U_g$						
$U = (1/RT)+\Delta U$						0,410 84041 8
I følge BKS 723.306, tabell 48b, er orienterende U-verdi for bndingsverksvegg med 100mm mineralull U=0,5						

U-verdi betongvegg med 50mm innvendig treullsement

Sjikt	d	$\lambda$	R	Kilde
Utvendig overgangsmotstand			0,04	Tabell 24. BKS 471.008
Armert betong	0,1 5	2,5	0,06	Tabell 22. BKS 471.010
Treullsement	0,0 5	0,08	0,625	
Gipsonit	0,0 13	0,2	0,065	
Innvendig varmemotstand			0,13	Tabell 24. BKS 471.008
SUM	#R EF!		0,92	
Kan se bort fra $\Delta U$ , ingen luftlommer vil oppstå				
$U=1/R$				
U				1,08695652 2

U-verdi betongvegg 100mm innvendig treullsment

Sjikt	d	$\lambda$	R	Kilde
Utvendig overgangsmotstand			0,04	Tabell 24. BKS 471.008
Armert betong	0,15	2,5	0,06	Tabell 22. BKS 471.010
Treullsementplater	0,1	0,08	1,25	
Innvendig varmemotstand			0,13	Tabell 24. BKS 471.008
SUM	0,25		1,48	
Kan se bort fra $\Delta U$ , ingen luftlommer vil oppstå				
U=1/R				
U				0,675675676

Etterisolert vegg av bindingsverk

Beregning av U-verdi etter BKS471.008						
Andel tre/isolasjon i bindingsverk						
			Trester ndere	Isolasj on		
			0,12	0,88		
4" = 101 mm (Byggteknikk 1 fra 1969, s. 435)						
Beregning av øvre grenseverdi R'T						
Sjikt	d	$\lambda$	Rtrest ender e	Risol asj on	Kilde	
Utvendig overgangsmotstand			0,04	0,04	Tabell 24. BKS 471.008	
Utvendig kledning	0,019	0,13	0,146 15384 6	0,1461 53846	Tabell 31. BKS 471.010	
Forhudningspapp			0,03	0,03		
Stendere 50*101mm	0,35	0,13	2,692 30769 2		Tabell 22. BKS 471.010	
Isolasjon - Mineralull	0,35	0,037		9,4594 59459	Tabell 21. BKS 471.010	
Dampsperrsjikt (papp)			0,03	0,03	Tabell 31. BKS 471.010	
Gipsonit (13mm)	0,013	0,2	0,065	0,065		

Innvendig varmemotstand			0,13	0,13	Tabell 24. BKS 471.008	
Total varmemotstand i henholdsvis stender- og isolasjonsdel			3,133 46153 8	9,9006 13306		
Beregning av total varmemotstand for treverk og isolasjon						
$R_T' = \frac{\frac{A_a + A_b + \dots + A_n}{R_{Ta} + R_{Tb} + \dots + R_{Tn}} = \frac{\sum A}{\sum \left(\frac{A}{R_T}\right)}$		=			=	7,862 89081 3
Total varmemotstand, øvre grenseverdi, R'T						
						7,862 89081 3
Beregning av nedre grenseverdi R''T (Isolasjon og stendere legeres)						
λ-verdi for legering av isolasjon og trestendere						
				Aa*λa +Ab*λ b		0,048 16
Sjikt	d	λ	Rlegering			
Utvendig overgangsmotstand						
			0,04		Tabell 24. BKS 471.008	
Utvendig kledning	0,019	0,13	0,146 15384 6		Tabell 31. BKS 471.010	
Forhudningspapp			0,03			
Legering av isolasjon og trestendere	0,35	0,04816	7,267 44186		Tabell 21 og 22. BKS 471.010	
Dampsperrsjikt (papp)			0,03		Tabell 31.	
Gipsonit (13mm)	0,013	0,2	0,065		BKS 471.010	
Innvendig varmemotstand						
			0,13		BKS471.008	
Total varmemotstand, nedre grenseverdi			7,708 59570 7			
Total varmemotstand, nedre grenseverdi, R''T						
						7,708 59570 7
Varmemotstand for vegg i bindingsverk						



$RT=(R'T+R''T)/2$						7,785 74326
U-verdi for vegg i bindingsverk						
$\Delta U$ er her $\Delta U_g$						
der $R_l$ =Varmemotstand i sjiktet som inneholder legeringer						
$R_l$	7,267 4418 6					
$\Delta U''$	0,04	Tabell 42. BKS471.00 8				
$\Delta U_g$	$\Delta U_g = \Delta U \cdot \left(\frac{R_l}{R_T}\right)^2$		$0.04 \left(\frac{2.035}{2.54}\right)^2$		0,03485162	
$U = (1/RT)+\Delta U$						0,163 29150 9
I følge BKS 723.306, tabell 48b, er orienterende U-verdi for bndingsverksvegg med 100mm mineralull $U=0,5$						

#### Etterisolert betongvegg med 50mm utvendig treullsement

Sjikt	d	$\lambda$	R	Kilde	
Utvendig overgangsmotstand			0,04	Tabell 24. BKS 471.008	
Utvendig kledning	0,01 9	0,13	0,1461538 46	Tabell 31. BKS 471.010	
Asfaltplater	0,01 2		0,03	Tabell 31. BKS 471.010	
Mineralull	0,2	0,03 7	5,4054054 05	Tabell 21. BKS 471.010	
Treullsement	0,05	0,08	0,625	Tabell 48a. BKS723.306	
Armert betong	0,1	2,5	0,04	Tabell 22. BKS 471.010	

Innvendig varmemotstand			0,13	Tabell 24. BKS 471.008	
SUM	0,36 9		6,4165592 52		
Kan se bort fra $\Delta U$ , da treullsementen er støpt fast i veggen av armert betong, og ingen luftlommer oppstår.					
U=1/R					
U				0,155846765	

#### Etterisloert betongvegg med 50mm innvendig treullsement

Sjikt	d	$\lambda$	R	Kilde
Utvendig overgangsmotstand			0,04	Tabell 24. BKS 471.008
Sluttpuss	0, 01	1	0,01	
Grovpuss	0, 01	1	0,01	
EPS-plater	0, 2	0,03 8	5,2631 57895	
Armert betong	0, 15	2,5	0,06	Tabell 22. BKS 471.010
Treullsement	0, 05	0,08	0,625	
Gipsonit	0, 01 3	0,2	0,065	
Innvendig varmemotstand			0,13	Tabell 24. BKS 471.008
SUM	0, 43 3		6,2031 57895	
Kan se bort fra $\Delta U$ , ingen luftlommer vil oppstå				
U=1/R				
U				0,16120821 3

#### Etterisolert betongvegg med 100mm innvendig treullsement

Sjikt	d	$\lambda$	R	Kilde
Utvendig overgangsmotstand			0,04	Tabell 24. BKS 471.008

Sluttpuss	0,0 1	1	0,01	
Grov puss	0,0 1	1	0,01	
EPS-plater	0,2	0,03 8	5,26315789 5	
Armert betong	0,1 5	2,5	0,06	Tabell 22. BKS 471.010
Treullsementplater	0,1	0,08	1,25	
Innvendig varmemotstand			0,13	Tabell 24. BKS 471.008
SUM	0,2 5		6,76315789 5	
Kan se bort fra $\Delta U$ , ingen luftlommer vil oppstå				
$U=1/R$				
$U$				0,147859922

U-verdi for tak

Beregnet U-verdi for tak, hovedbygg	
$U=0,21$	Tabell 41. BKS 471.013
Beregnet U-verdi for tak, 5.etg.	
$U=0,34$	Tabell 55. BKS 471.013

## Vedlegg 4 - Kuldebroverdier

	U total lengde	Total lengde	U vegg 1	Lengde vegg 1	U vegg 2	Lengde vegg 2	Kuldebroverdi
Utvendig hjørne - bindingsverksvegg-utvendig isolert betong	0,7292	3	0,999	1,5	0,4035	1,5	0,08385
Innvendig hjørne - bindingsverksvegg-utvendig isolert betong	0,6881	3	0,999	1,5	0,4035	1,5	-0,03945
Innvendig hjørne - bindingsverksvegg-innvendig isolert betong	0,7092	3	1,0871	1,5	0,4035	1,5	-0,1083
Utvendig hjørne - bindingsverksvegg-innvendig isolert betong	0,8134	3	1,0871	1,5	0,4035	1,5	0,2043
Bindingsverk-betong-bindingsverk	0,4438	3,15	0,4035	1,5	0,4035	1,5	0,18747
Utvendig hjørne - bindingsverk-bindingsverk	0,4343	3	0,4035	1,5	0,4035	1,5	0,0924
Utvendig hjørne - bindingsverk-kjempevegg	0,5531	3	0,6757	1,5	0,4035	1,5	0,0405
Innvendig hjørne - bindingsverk-bindingsverk	0,3674	3	0,4035	1,5	0,4035	1,5	-0,1083
Etasjeskiller	0,4748	3,2	0,4035	1,5	0,4035	1,5	0,30886
Overgang 1.etg-kjeller	0,2278	3,2	0,4035	1,5	0,01	1,5	0,10871
Gesims	0,3324	3	0,4035	1,5	0,1717	1,5	0,1344
Hjørne med stålsøyle	0,4844	3	0,4035	1,5	0,4035	1,5	0,2427
Stålsøyle i vegg	0,4446	3	0,4035	1,5	0,4035	1,5	0,1233

	Antall per etasje	Etasjer	Lengde per	Varmetap fra kuldebro
	9	2	2,5	3,77325
	9	2	2,5	-1,77525
	7	2	2,5	-3,7905
	7	2	2,5	7,1505
	2	2	2,5	1,8747
	1	3	2,5	0,693
	2	3	2,5	0,6075
	1	3	2,5	-0,81225
	1	3	132,3333333	122,61742
	1	1	121	13,15391
	1	1	127	17,0688
	1	2	2,5	1,2135
	1	2	2,5	0,6165
			Sum varmetap	162,39108
Normalisert kuldebroverdi:				0,056035569

De to utklippene skal egentlig være på linje.

For utregning av kuldebroverdier har bygningsdelene blitt tegnet opp i THERM 7.2, for så å regnes ut etter formelen:

$$\Psi_k = L^{2D} - \sum_i U_i \cdot l_i$$

$$NKV = \frac{\sum_i \Psi_i \cdot l_i + \sum_i X_i}{A_{BRA}}$$

Formelen for normalisert kuldebroverdi er:

PRISSKJEMA.

Rørleggerarbeidene:

A. Sanitære anlegg utvendig ...	kr.	
M.V. avgift .....	"	kr.
B. Sanitære anlegg innvendig ..	kr.	
M.V. avgift .....	"	kr.
C. Varmeanlegg .....	kr.	
M.V. avgift .....	"	kr.
D. Oljefyringsanlegget .....	kr.	
M.V. avgift .....	"	kr.
E. Kjøleanlegg .....	kr.	
M.V. avgift .....	"	kr.
		kr.
F. Reise, diett, opphold, frakt, m.m. ....		kr.
		kr.

NB! Firmaet som blir antatt som utførende entreprenør, må forplikte seg til å utlevere masseuttak med utfylte enhetspriser på materiell og arbeidslønn for bilag til kontrakt.

Anbudene skal leveres i lukket konvolutt merket:

"Anbud rørleggerarbeider Tollbodgt. 13".

til: Ingeniør Walter F. Løvli A/S, Håndverkeren, 3000 DRAMMEN,  
innen ..... 1971 kl. 12<sup>00</sup>.

---

Anbyder.

Anbudsinndybelse av 25. august 1971.

over

Varme-, Ventilasjon og Sanitæranlegget

i

Tollbodgt.13.

I henhold til tegninger nr. 1 til 15, og beskrivelse sist datert 25. august 1971, ønskes tilbud på varme-, ventilasjon og sanitæranlegget.

Rørleggerens masser er uttatt og samlet i en separat massebeskrivelse fra V.V.S. Konsulentenes Masseberegningsskontor A/L, Skippergt. 26 III, O S L O 1.

På grunnlag av de oppsatte masser samt entreprenørens egen bedømmelse av anleggets vanskelighetsgrad o.l. skal enhetspriser for materialer og arbeidslønn utfylles.

De respektive anleggspriser skal overføres og samles i denne beskrivelse. (Gjelder også ventilasjonsanleggene som har røde sider).

Hver entreprenør er tilsendt to massebeskrivelser samt anbudsinndybelse og beskrivelse, det ene sett returneres i forseglett og utfyllt stand.

Gebyret til Masseberegningsskontoret fastsettes av dette og betales av byggherren etter attestasjon av rådgivende ingeniør. Anbudsdokumentene for ventilasjonsanlegget er utsendt som egen entreprisse og kommer således ikke inn under rørleggerens entreprisse.

Samtlige utlånte tegninger og beskrivelse leveres tilbake med tilbudet.

Antagelse av et anbud er ikke bindende for byggherren med mindre endelig kontrakt blir godtatt av byggherren og undertegnet av begge parter. Man forbeholder seg rett til å velge et hvilket som helst anbud eller forkaste samtlige.

Anbyderne skal oppgi alle sine leverandører og underentreprenører, og byggherren forbeholder seg rett til å godkjenne disse.

### Orientering.

Det er under oppførelse kombinert forretnings- og boligbygg i Tollbodgt. 13. Bygget skal inneholde: Tilfluktsrom, tekniske rom, boder, vaskerom og lager i kjeller. Postkontor og butikk i 1. etasje. Kommunale kontorer og legesenter i 2. etasje. Tilsammen 20 leiligheter i 3.- og 4. etasje. Tekniske rom og arkitektkontor i tilbaketrekt 5. etasje.

### Beskrivelse av Varme- og Sanitæranlegget.

#### Generelt.

Anlegget skal utføres i henhold til tegninger og beskrivelse. Det kreves en solid og håndverksmessig utførelse.

Innregulering av sanitæranleggene utføres av entreprenørene før overlevering.

Alt utstyr og armatur skal under byggetiden beskyttes mot skader. Før overlevering til byggherre skal alt utstyr renses.

Overflaten av utstyr, som ikke skal etterbehandles av andre entreprenører, skal når overlevering til byggherre skjer, være i førsteklasses stand. Arbeidene skal drives med tilstrekkelig arbeidsstyrke og i sammenheng med de øvrige byggearbeider.

Rørleggerentreprenøren plikter til enhver tid å holde ansvarlig, kyndig fagmann på byggeplassen.

Ved montering skal entreprenøren samarbeide med hovedentreprenøren og skal etterhvert som arbeidet går frem, på forhånd konferere med konsulenten.

Mindre fravikelser fra tegninger med hensyn til rørledningers fremstrekning og utstyrets plassering utføres av de respektive entreprenører uten ekstra godtgjørelse, hvilket også gjelder prøveoppstillinger.

Entreprenøren må selv sørge for reoler til rør, stillaser, etc. All befestigelse i forbindelse med utstyr og rør etc. medtas i tilbudet, men boring besørges av hovedentreprenøren.

Hulltaging utføres av hovedentreprenøren, men hullene blir anvist av montøren.

Konsulenten og byggherre holdes kontinuerlig underrettet om arbeidets gang.

Rørleggerentreprenøren skal når anlegget er i ordre sette opp en liste for konsulenten over utstyrets leveringstider.

Entreprenøren må sørge for anmeldelse til myndighetene på stedet. Kopi av myndighetenes eventuelle bemerkninger skal forelegges konsulenten til uttalelse før besvarelsen.

Utsparingstegninger leveres av konsulenten og rørleggerentreprenøren skal besørge kontrollen på byggeplassen for riktig avsetting under forskalingsarbeidet.

Avhugging av hjørner i utsparingene for tilpassing besørges utført av rørleggerentreprenøren.

Entreprenøren regner med frakter, sjauing til, på og innen byggeplass og bygning.

Nødvendige forbruksvarer som hamp, pakningsmateriell, bensin, gass og surstoff, etc. regnes med.

Rørleggerentreprenøren holder selv nødvendig utstyr for arbeidslys. Entreprenøren skal levere ajourførte tegninger til konsulenten ved anleggets overlevering.

Alt arbeide skal være solid og pent samt håndverksmessig utført.



## Sikkerhet.

Entreprenøren skal stilles forhåndssikkerhet, stor 5% av kontrakts-  
summen uten avgift. Stilles sikkerheten ved deponering av bankbok,  
må garantibeløpet innsettes på separat konto på entreprenørens navn  
med bankens påtegning om at beløpet bare disponeres med byggherrens  
samtykke. Påløpne bankrenter tilfaller entreprenøren.

Ved byggherrens overtagelse av bygget (jfr. NS 3401) skal foran-  
nevnte sikkerhet reduseres til 2% som skal stå inne i garantitiden.

### A.

#### Pris- og lønnsendringer.

Justering p.g.a. endrede materialpriser og lønninger skal kompen-  
seres, såvel opp som ned med de offisielle priser.

Materialprisene for rørinstallasjoner justeres i samvær med N.R.L.  
prisindekstall på leveringsdagen og med anbudsdatoen som utgangs-  
punkt.

For ventilasjonsanlegg justeres materialprisene etter Stormbulls  
prisindeks.

Lønnsjusteringer kompenseres med akkordtariffens endrede koeffisi-  
enter, og utregnes på de gjenstående arbeider.

Stigende priser på materialer m.v. - og på arbeidslønn - skal ikke  
gi entreprenøren rett til forhøyet vederlag i den utstrekning han  
kunne ha unngått fordyrelsen ved rettidig utførelse av arbeidet.

Prisøkning som skyldes manglende eller for sen bestilling, godtas  
ikke.

### B.

#### Beskrivelse og tegninger.

Tegninger som er erstattet av nye eller rettede skal straks til-  
intetgjøres. Mulige uoverensstemmelser i tegninger og beskrivelser  
skal straks meldes til byggherrens representant som treffer avgjørelse  
etterat saken er undersøkt.

Som alminnelig regel gjelder at tegninger av nyere dato går foran  
eldre, tegninger i større målestokk foran tegninger i mindre måle-  
stokk.

Konsulenten leverer utsparingstegninger som godkjennes av entrepre-  
nøren. Eventuell nødvendig opprensning ved hulltagingen utføres  
av entreprenøren som timearbeide med attestasjon av byggeleder.

Entreprenøren er videre ansvarlig for at de utleverte arbeidstegninger  
og beskrivelser nøye følges, samt at ingen endringer foretas uten  
skriftlig godkjennelse fra arkitektene og de respektive konsulenter.

B forts.

I tillegg til de foreliggende tegninger vil det etterhvert som byggearbeidet skrider frem bli utarbeidet supplerende tegninger, detaljtegninger, etc., som entreprenøren har behov for.

Alle mål skal kontrolleres eller tas på stedet for å sikre en nøyaktig tilpasning av de enkelte arbeider.

Entreprenøren plikter dog å gjøre oppmerksom på ethvert forhold som det med rimelighet kan forlanges at han som entreprenør burde forstå vil medføre mangler, ulemper eller risiko.

C.

#### Forandringer og tilleggsarbeider.

Beslutter byggherren forandringer i foreskrevne utførelsesmåte, skal entreprenøren - før han påbegynner vedkommende arbeide - skriftlig meddele byggherren hvilken innvirkning endringen måtte ha på prisen.

Byggherren forbeholder seg rett til å trekke ut enkelte poster av den endelige kontrakt uten at kontraktsforholdet derved endres. Rundsummer reguleres i så fall pro rata i den utstrekning de berøres av endringen.

Tilbudet på tilleggsarbeider skal godkjennes av byggherren før disse igangsettes. I den utstrekning de kan anvendes, skal anbudets enhetspriser benyttes for disse arbeider.

D.

Entreprenøren plikter til enhver tid å være fullt forsikret mot det erstatningsansvar som han kan pålegges av domstol for skade på personer eller ting forvoldt ved han eller hans underentreprenører, og politen skal forelegges til godkjennelse senest sammen med første avdragsnota.

E.

På byggeplassen skal det til enhver tid når arbeidet pågår være en bestemt montør som har ansvaret og den fulle oversikt over anlegget og installasjonene og som man ved inspeksjon kan henvende seg til.

Det vil bli stillet de strengeste krav til arbeidets utførelse slik at ethvert beskrevet arbeide skal utføres på en i enhver henseende førsteklasses fagmessig måte.

F.

Til materialer stilles de krav som er angitt i "Norsk Standard Tekniske bestemmelser om utførelse av byggearbeider". For faggrupper hvor slike ikke foreligger, skal anerkjente normer med hensyn til kvalitet, dimensjoner, utseende, vekt, o.l. følges, hvis ikke annet er spesielt beskrevet.

F forts.

Brukte materialer tillates bare anvendt etter spesiell avtale med byggherren i hvert enkelt tilfelle. Forøvrig henvises til de krav som er angitt ved de enkelte poster.

G.

Anlegget anmeldes til de stedlige myndigheter, og eventuelle utgifter som er forbundet med en anmeldelse, utredes av entreprenøren og inkluderes i anbudssummen. Samtlige installasjoner må tilfreds-  
stille såvel de lokale myndigheter som Oslo-reglementet.

H.

Hovedentreprenøren stiller et låsbart rom til installatørens disposisjon.

I.

Det vil i kontrakten bli fastsatt en dato for arbeidets ferdig-  
stilling i henhold til den byggetid som entreprenøren har oppgitt i anbudet. Hvis entreprenøren unnlater straks å meddele byggherren skriftlig at han anser seg berettiget til forlengelse av tidsfristen, har han ikke krav på forlengelse, - uansett om byggherren er kjent med årsaken. Med straks menes innen en uke.

J.

Ved eventuell overskridelse av fastsatt byggetid, forholdes slik:  
Byggetiden regnes å løpe inntil alt arbeide er levert i samsvar med kontrakten og overtagelse har funnet sted, jfr. NS 3401.

K.

Kontraktsdokumentene vil bli forlangt i denne rekkefølge:

- 1) Avtaledokumentet,
- 2) Anbudet med de forutsetninger og betingelser det bygger på,
- 3) Beskrivelser og tegninger, de kompletterer hverandre og gjelder hver for seg og samlet,
- 4) Norsk Standard 3401.

## SANITÆRANLEGGET.

### Utvendig.

Vanninnlegg og kloakkuttrekk til Webergsgt. er tidligere lagt. Følgende arbeider skal utføres nå. Soilrør fra innstøpt stålrør i yttervegg mot gårds plass frem til overvannskum.

### Overvannskum.

Det leveres alle ringer, kjegle og lokk samt vinkelvannlås i soil. Kummene leveres med bunn. Rørlegger skal an vise for hulltaking og påse at kummene blir satt ned på forsvarlig måte og at samtlige deler blir spekket av hovedentreprenøren.

### Plugging av tidligere innlegg.

Før brannen i den gamle bygning var det 2 stk. innlegg fra Tollbodgt. og 1 stk. innlegg fra Webergsgt. Både vann- og kloakkrørene skal blindes forsvarlig på disse 3 stedene.

## SANITÆRANLEGGET.

### Innvendig.

Da kjellergulvet ligger lavere enn kloakk i Webergsgate er septiktank plassert innvendig i kjeller og "grunnledninger" er lagt som slag på vegg og ved tak i kjeller og 1. etasje. Alt avløpsvann fra kjeller må pumpes opp med grunnvannspumpe i pumpekum under hovedtrapp.

Taknedløp og noen lufterledninger er allerede lagt, dette er merket med farge på tegningene. Noen biter av taknedløpene må forandres p.g.a. endrede planer, dette er også merket med farge på tegningene.

Rørlegger leverer og monterer utstyret i vaske- og tørkerom i kjeller.

Foran samtlige utstyr eller grupper av utstyr skal det monteres Ballofixventiler på kaldt- og varmtvannsledninger.

### Vannledninger.

Kaldt- og varmtvannsledninger legges av heltrukne kobberør med messing kuplingsfittings for gjenging og tinnloddning. Godstykkelse til og med 1" nr. 16, godstykkelse over 1" nr. 14. Samtlige vannledninger tetthetsprøves med et trykk som ligger 50% over høyeste driftstrykk.

### Isolasjon.

Frittliggende forbindinger til utstyr isoleres ikke. Varmtvannsledninger isoleres med 20 mm. glassvattskåler. Kaldtvannsledninger isoleres med 20 mm. korkskåler eller isopor lagt i asfaltin.

Taknedløp isoleres som kaldtvannsledninger.

Alle synlige avslutninger til ventiler, vegger, osv. pålegges mansjett av fortinnet blikkplate og gipses i endene.

### Avløpsledninger.

Hvor ikke annet er nevnt, skal ledninger med 2½" og større dimensjon legges av soil rør med drevne og blystøpte skjøter.

Mindre ledninger legges av kobberør. Ledningene legges etter de på tegningene viste dim., høyder og fall. Lufterledninger føres 60 cm. o/tak og påsettes takbeslag med stor krave.

### Stakeluke.

Nødvendige stakeluger innsettes.

Alle skruer for befestigelse av stakeluger skal være av metall.

### Foringshylser.

I vegg- og dekkegjennomganger forsynes ledningene med hylser.

Hylsene skal være av type Trollva 400. Alle hylsene leveres av rørlegger.

### Klamring og befestigelse.

All klamring og befestigelse av ledninger og utstyr må være ekstra solid utført og spesielt skal det klammes godt for slangekraner.

For befestigelse i betong benyttes ekspansjons- eller innstøpte bolter. Skrueklammer og solide treskruer i treverk. Treplugger tillates ikke anvendt. Klammere og hengere skal ha kobberbøyle som fores med tjære-papp.

For befestigelse av utstyr på mur eller betong innmures eller innstøpes solide festejern.

Hvor utstyr anbringes på lettvegg, skal befestigelse skje ved solide gjennomgående metallbolter (min. 1/4") med stor underlagsplate og solide metall muttere. Alle skruer for befestigelse av utstyr skal være av metall. Horisontale ledninger skal ha minst en henger pr. 2,0 m. Vertikale ledninger og forbindinger skal klammes så tilstrekkelig stivhet oppnås. Vinkeljern for feste av henger i tak og mot vegger skal medtas av rørlegger.

NB! Det gjøres oppmerksom på at man her søker å hindre lydoverføringer fra ledninger og utstyr til bygning i størst mulig grad. Alle klammer skal ha foringer av neopren eller gummi, varmebestandig til 80° C.

### Ventiler og stoppekraner.

Alle ventiler skal være av sterke sluseventiler m/utt. Foran alle utstyr monteres Ballofix ventiler.

### Sanitærutstyr og armatur.

#### W.C.

Disse skal være av fabr. Gustavsberg, type 317 T med sort Pressalit sete med lokk og fokrommet kran. ( Sete leveres av Ivar Biseth, tlf. 67 54 23.)

#### Utslagsvasker.

Disse skal være inn- og utvendig emaljert støpejernsvask med gummilist. Dimensjon 43 cm.

#### Servanter.

Servanter skal være Porsgrunn 160-2 og 162 i W.C. Bærejern skal være Defa E-275. I 2.etasje konsultasjons-undersøkelses- og prøvetakingsrom legesenter, monteres Porsgrunn 160-2 uten kranhull.

#### Slangekraner.

Utvendig monteres 3 stk. vannutkastere fra F.M. Mattson med løs nøkkel for 3/4" slange. Det skal monteres 2 stk. 1/2" slangekraner i henholdsvis søppelrom og fyrrom.

#### Rustfritt utstyr.

Hovedentreprenøren leverer rustfri oppvaskbenk type Nordia, men rørlegger sørger for montering og tilknytning av vann og avløp. I tilfluktsrom monteres rustfrie vaskerenner, 1 = 1 m.

#### Badekar.

Badekar skal være fabr. Evalet 138 cm. med frontpanel.

#### Dusjkabinett.

I legesenter monteres og leveres Evalet dusjkabinett komplett med bunnramme 3 paneler, 3 trådglassvegger, forheng, dusjbatteri og håndtak.

#### Stakekummer.

Det leveres stakekumlukk m/ramme, fabr. Elkington F-55 og K-44 støpejern.

#### Brannskap.

Det skal monteres brannskap type NO-HA III med 25 m 3/4" slange og NO-HA IV/160 mm. med 20 m. 3/4" slange.

### Varmtvannsbereder.

I fyrrom leveres og monteres varmtvannsbereder av fabr. OSO 2200/500/18 l /VE med 35 KW el.sentral med regulering 5 + 10 + 10 + 10 KW og med nødvendige termostater ferdig montert.

1 stk. 20 ltr. OSO støtdemper.

Dette utstyr er allerede bestilt av konsulenten OSO ordrenummer 6736 av 16.8.71.

Forøvrig skal berederen utstyres med termometere og sikkerhetsventil.

### Balkongavløp.

Alle balkongavløp skal leveres og monteres av rørlegger. Rørene er Bartol polypropylenrør (lev. Tjersland & Co. A/S.) Kobber avløpstrakter i balkonggulv er levert og innstøpt av hovedentreprenøren, men rørlegger må medta 20 x 20 cm. rustfrie rister i ramme over traktene.

I risten skal det tas med hull for avløpsrøret i etasjen over.

### Vaskeriutstyr.

Rørlegger leverer og monterer følgende utstyr fra A/S CTC Wascator.

1 stk. Wascomat Junior 71E med 9 KW element.

1 stk. Wascator sentrifuge - type C - 8.

1 stk. Tørketrommel type Citex 5.

1 stk. Kaldrulle type KM - 3.

1 stk. Vaskekasse for vegg, montert på brakett fra vaskemaskinfundament.

1 stk. Netting transportvogn.

1 stk. Tøystrekkeapparat.

Alt ifølge tilbud fra CTC Wascator. av 20. november 1970.

### Armatyr.

Denne skal være av fabr. Hansa eller Grohe. Forslag til batterier skal fremlegges for konsulenten for godkjennelse.

Det leveres følgende armatur:

Dusjbatteri med fast dusj i sluse.

Servantbatterier med lav fast utløpstut.

Legebatterier i legesentrets legekantor.

Tohulls batterier med svingbar tut i alle benkebeslag.

Badebatterier med hånddusj.

Små veggbatterier over utslagsvasker og rustfrie renner i tilfluktsrom.

Dal spyleventil for urinal tilfluktsrom.



### Varmeanlegget, orientering.

Varmeanlegget skal utføres som et varmtvanns varmeanlegg med sirkulasjons-pumper.

Det er en radiatorkurs. Alle radiatorer og aeropressapparater skal ha Danfoss termostatiske radiatorventiler type RAV.

Egen kurs til ventilasjonsaggregater med hovedpumpe i fyrrom og sekundærpumper ved aggregatene. Shuntventilene til ventilasjonsaggregatene leveres av ventilasjonsentreprenøren, men skal monteres av rørlegger.

Varmtvannsberederne har separat sirkulasjonspumpe.

Det monteres en oljefyrt, høyeffektiv smijernskjele med overtrykksforbrenning og Dürobran ekspansjonskar.

Rørlegger leverer og monterer samtlige pumper.

### Rørledninger.

Rørledninger inntil 50 mm. legges av sorte smijernsrør. Større ledninger legges av heltrukne stålrør. Dimensjoner vist på tegn. viser til følgende rør.

10	viser til innv.	ca.	11,2	utvendig	ca.	17,1 mm.	3/8"
15	"	"	14,8	"	"	21,4 "	1/2"
20	"	"	20,0	"	"	26,9 "	3/4"
25	"	"	25,5	"	"	33,8 "	1"
32	"	"	34,4	"	"	42,5 "	1 1/4"
40	"	"	40,0	"	"	48,4 "	1 1/2"
50	"	"	51,0	"	"	60,3 "	2"
65	"	"	64,0	"	"	70,0 "	
80	"	"	82,0	"	"	89,0 "	
100	"	"	100,0	"	"	108,0 "	

Sveising anvendes i størst mulig utstrekning. Forøvrig anvendes spesialfittings.

### Isolasjon.

Frittliggende forbindinger til radiatorer isoleres ikke. De øvrige ledninger isoleres med glassvattskåler som omvikles ullpapp og lærret i følgende tykkelser.

Ledninger fra 10 til og med 25 - 25 mm.

Ledninger " 25 " " " 50 - 30 mm.

Ledninger over 50 - 40 mm.

Alle synlige avslutninger til ventiler, vegger, osv. pålegges mansjetter av fortinnet blikkplate og gipses i endene.

Isolasjonen i skjulte montasjer skal omvikles 2 lag impregnert sort papp. Surring av sort papp skal skje med kobber tråd.

Alle isolerte rørledninger med lærret skal som sluttbehandling bestrykes med ett strøk hvit maling eller lignende som ikke smitter av.

### Foringshylser.

I vegg- og dekkegjennomganger forsynes ledningene med hylser.

Hylsene skal være av type Trollva 400.

Rørdimensjoner inntil 2" utføres som overnevnt, - større dimensjoner med vanlige stålrørshylser med asbestgarn.

### Klamring og befestigelse.

All klamring og befestigelse av ledninger og utstyr må være ekstra solid utført. For befestigelse i betong benyttes ekspansjons- eller innstøpte bolter, i murte vegger benyttes innstøpte eller innmurte bolter. Alle rør skal ha minst en henger på hver side 2,0 m. og vinkeljern for hengeklammer skal leveres av rørlegger.

Vertikale ledninger og forbindinger skal klamres så tilstrekkelig stivhet oppnås.

All Round band godtas ikke.

Borring for feste av jern og klammer i betong og mur besørages av hovedentreprenør.

### Ventiler og kraner.

Avstengningsventiler inntil 2" skal være av metall sluser, større skal være støpejerns sluser med metall garnityr og renseplugg type Esco, (av fabr. A/S E. Sunde & Co.) Alle ventiler skal ha uttømmning. Der det på tegningen er angitt strupeventil STA-T, skal denne type monteres.

Det regnes forøvrig med alle nødvendige lufte- og tømme kraner. Alle ventiler i forbindelse med utlufting av anlegget skal være 1/8" forn. lufteskruer, 6 stk. luftøkler leveres.

Der hvor ledningstrekk krever ekstra utlufting, monteres lufteklokker på ca. 1 liter og det påsveises muffen for nedføring av lufteør.

### Radiatorventiler.

Alle radiatorer og aeropressapparater skal ha Danfoss termostatiske ventiler type RAV.

Frittstående radiatorer skal ha rette ventiler med fast følger. Innkledde radiatorer (i postkontor mot Tollbodgt.) og aeropressapparater (i 2.etg.) skal ha løs føler med 2 m. kapilarrør.

Alle varmeelementer skal ha forkr. returkupling med avstengning.

Ventilene skal etterat de er montert, bandasjeres for beskyttelse mot maling. Fra- og tilkupper av alle varmeelementer med fornødne tømninger, fylling og lufting av anlegget minst 2 ggr. etter ferdig montering.

Under bygge- og monterings tiden utføres fra- og tilkupper i den utstrekning som egne eller andres arbeider krever det.

### Kjele.

Den nødvendige kjelekapasitet ved max behov er 350.000 kcal/h.

Det leveres 1 stk. Dü-rex Turbo Firepress unit fyrgang - røkrør overtrykkskjele med luftkjølt frontdør. Komplet med oljebrenner og automatikk og ferdig intern kobling til el.skap på kjelesiden. Kjelen er forhåndsbestilt for å korte inn på leveringstiden. Kjelen skal leveres med termometer og manometer på kjelen og renseverktøy opphengt i fyrrum samt driftsinstruks i glass og ramme. Kjelen forsynes med NAF vekselventil.

### Røkanbringer.

Det leveres og monteres sveiset røkanbringer med 1 stk. feieluke. Anbringeren sveises av 4 mm. plate, henges opp på solide konsoller på vegg og isoleres med 10 cm. Caposit blokker lagt i magnesium som utvendig kles med aluminiumsmantel. Røkarbringer er bestilt sammen med kjele.

### Pumper.

Rørlegger leverer og monterer følgende pumper:

1	stk.	Facilett	type	P 503 F	3-fas
3	"	"	"	V 244 RY	3-fas
2	"	"	"	ZP 505 m/reg.	skap 3-fas ER - 10.

Pumpene er forhåndsbestilt hos Flygt.

### Ekspansjonskar.

Det leveres og monteres 1 stk. Dürobran 500 l. ekspansjonskar komplett med automatisk flottør luftepotte, 3/8" sikkerhetsventil, 3/8" manometer og luftfyllerør. 1 stk. Düromatic-ventil nr. 500 samt 2 stk. 1 1/4" sikkerhetsventiler. Ekspansjonskarets ladetrykk 20 m. V.S. Sikkerhetsventilenes åpningstrykk 30 m. V.S. Avløp fra ventilene føres til gulv.

### Termometer.

På alle kurser skal tur- og retur påsveise muffen for montering av termometer.

### Radiatorer.

Alle radiatorer av fabrikat Hellen.

20	stk.	96/200	27760	kcal/h
7	"	42/300	6220	kcal/h
44	"	96/300	58520	kcal/h
1	"	55/600	1680	kcal/h
3	"	96/1000	7020	kcal/h
24	"	42/500	29260	kcal/h
99	stk.		130460	kcal/h

Tillegg for rad. med 3 løp 28 stk.

Radiatorerne er bestilt fra fabrikken.

### Shunting av varmestrekk.

For å unngå frostfare for varmerør i gjennomkjørsel 1.etg., må det monteres shuntledning med strupeventil STA-T-10 på 4 stk. opplegg.

### Shuntventiler med automatikk.

Rørlegger leverer og monterer shuntventil med variatorsentral, tur-termostat og uteføler av fabrikat Billman til radiatorkursen. Shuntventil 1 stk. MB5 - V3 BVG motorstyrt seteventil ansl. 50 Kv 32, 1 stk. TACA 5 vannføler, 1 stk. TACE 3 uteføler og 1 stk. CVC 5AG variatorsentral for utekompensering og med ur for døgnprogram og gangreserve. Som nevnt i orientering skal rørlegger bare montere shuntventiler for ventilasjonsanlegget.

### Oljefyringsanlegget.

Som nevnt under kjele skal denne leveres med oljebrenner. Oljetank er allerede levert bygget og plassert i kjeller.

Her skal bare medtas peile, fylle og lufterør for tank og kobber tur og retur samt målerør med måler. Det skal også medtas nødvendige ventiler.

### Kjøleanlegget.

Det skal være kjøleanlegg for postkontoret. Vannkjølemaskin blir plassert i tekn.rom. kjeller og kjøletårn på rampe 1. etasje.

Ventilasjonsentreprenøren leverer og monterer kjølebatterier, vannkjølemaskin, kjøletårn automatikk og shuntventiler.

Rørlegger leverer og monterer røranlegget med isolasjon, manometere, termometere, ventiler og pumper.

### Avløp kjøletårn.

2" avløp og tømmeledning fra kjøletårn legges av kobberør, soil vannlås og innkapping på 6" S.A.

### Rørledninger.

Rørledninger inntil 50 mm. legges av sorte smijernsrør. Større ledninger legges av heltrukne stålrør. Forøvrig henvises til rørledninger varmeanlegg.

### Isolasjon.

Alle kjøleledninger isoleres med 40 mm. korkskåler eller isopor lagt i asfaltin.

Det skal også isoleres over ventiler o.l.

Avslutninger mot maskiner, batterier og vegger pålegges mansjett av fortinnet blikkplate og gipses i endene.

### Foringshylser.

Utføres som beskrevet for varmeanlegget.

### Klamring og befestigelse.

Utføres som beskrevet for varmeanlegget.

### Ventiler og kraner.

Utføres som beskrevet for varmeanlegg dog skal det benyttes automatiske lufteventiler.

### Pumper.

Rørlegger leverer og monterer følgende pumper av fabrikat Vadstena/  
Gøta Pumper Norsk A/S :

1 stk. VM82 kapasitet 250 l/min. ved 11,5 m. V.S.

1 " VM62 kapasitet 220 l/min. ved 8,0 m. V.S.

2 " VM62 kapasitet 125 l/min. ved 10,0 m. V.S.

Alle motorer leveres for 3-faset 220V.

### Ekspansjonskar.

Det leveres og monteres 1 stk. Extrol ekspansjonskar E - 18 og 2 stk.  
3/4" sikkerhetsventiler. Avløp fra sikkerhetsventilene føres til gulv.

### Termometere og manometere.

Det leveres 4 stk. manometer og 8 stk. termometere, og det påsveises  
stusser for disse på rørnett.

### Shuntventiler.

Som nevnt under orienteringen skal rørlegger bare montere shuntventilene  
og stuss for vannføler.

# FutureBuilt; Klimaeffektiv rehabilitering på Strømsø

## REGISTRERINGSSKJEMA

Adresse/Gnr/Bnr:	<b>Tollbugata 13</b>	Dato: 02.12.13. rev. 15.12.13	Sign.: ZS/ED Høyer Finseth
Eier:	Fevang Bolig- og næringsutleie, Hauges gate 24, 3019 Drammen		
Kontaktperson:	Bjarre E. Fevang	3227 4900	bjarre@fevang.no
Postadresse		Tollbugata 13	3044 DRAMMEN

### Bilde/Kartutsnitt



### Bygningskategori:

Bygning egnet for utvendig etterisolering.  
Flere-etasjer leilighetsbygg med næringslokaler.

### Funksjon/ Byggeår:

Bygningen er fra 70-tallet og har boliger i de to midtre etasjene og næring i øverste og nederste etasjer. Leger, fysioterapeut og andre klinikker i øvre etasje og posthus i 1. etasje.

### Arkitektur:

Modernistisk leilighetsbygg i betong med horisontale vinduspartier variert med trestendervegger mellom. Åpne glassfasader i første etasje mot bygatene.  
Boligene er 2-roms leiligheter på ca. 50 m<sup>2</sup>, mens hjørneleilighetene har dobbelt størrelse, ca. 100 m<sup>2</sup>.

### Vernestatus:

Ingen vernestatus.

### Hovedkonstruksjon:

Betongkonstruksjon og stålsøyler. Taket er tekket med papp og vinduer fra ulike byggeår er montert.

### Tilstand:

Byggeteknisk er bygget hovedsakelig i god stand. Det ses ikke tegn til fukt eller andre vesentlige skader. I kjeller er montert et system med elektriske føringer for uttørking. Hvordan dette fungerer er ikke undersøkt. Papptekkingen er i OK stand og har enda noen års levetid..

Der er både nye og gamle vinduer i bygningen, og de fleste med ventilasjonsåpning øverst i vinduet. Betongdekkene ut mot fasaden gir store kuldebroer med høyt varmetap.



## REGISTRERINGSSKJEMA

### **Synlig behov for fornyelse:**

Bygningen er energimessig i dårlig stand med meget lite isolering, samt dyr og ikke-miljøvennlig varmforsyning med oljefyr. Det er i tillegg en del slitasje i første etasje i forbindelse med lastearealene for Posten, samt tilfeldige ombygginger av lokalene. Ombyggingene trekker ned inntrykket av eiendommen og man bør ved framtidige endringer søke å få til mer gjennomtenkte løsninger med høyere standard.

#### **Alt. 1:**

Utskiftning av eldre vinduer med energiriktige vinduer med 3 glass bør utføres. Utluftingsventiler på nyere vinduene bør lukkes og det bør etableres balansert ventilasjonsanlegg med varmegjenvinning i hele bygningen. Ved etterisolering av fasadene vil varmetapet kunne reduseres betraktelig. Det kan samtidig vurderes å bygge inn altanene med glass. På den måten kan utformingen av etterisolering utføres på en fin måte og leilighetene får et attraktivt tilleggsareal. Store glassdører kan monteres mot altanene slik at ytre del av leilighetene kan benyttes som et tilnærmet uterom på gode dager.

Når taket skal utbedres, bør der etterisoleres utvendig.

Oppvarmingssystemet må skiftes til fjernvarme, hvis det er mulig, eller annen renere energikilde.

#### **Alt. 2:**

Det kan i tillegg til alt. 1 også overveies at slå sammen noen eller flere leiligheter til større boliger og dermed gjøre bygningen attraktiv for flere typer leietakere, f.eks. familier.

### **Allerede gjennomførte fornyelser:**

Noen av vinduene er allerede utskiftet til bedre standard.

**Utomhusarealer:** Bakgård har potensial for bedre utnyttelse. Det er naturlig å se dette i sammenheng med utvikling av naboeiendommen mot elva.

### **Oppvarmingssystem og ventilasjon:**

Bygningen oppvarmes i dag av oljefyr, hvilket er både omkostningsfull og ikke miljøvennlig.

I boliger er det mekanisk avtrekk, mens det i næringsdelen er balansert ventilasjon med to aggregater med roterende gjenvinner. TVG på den ene var 74 %.

Ventilasjon går fra tak og inn i pl 2, hvor det er luft-luft varmepumpe.

### **Utbyggingspotensial:**

Ny klimaskjerm for hele fasade og glassinndekning av altanene. Utbyggingspotensial på bakside i forbindelse med naboeiendom.

### **Andre forhold**

#### **Videre prosess:**

Klimaeffektivisering av klimaskjermen kan konkretiseres i eget prosjekt.

Eier tar igjen snarlig kontakt med Buskerud energi med forespørsel om tilknytning til fjernvarmenettet. Bygget kan utvikles til et forbildeprosjekt med sterkt reduserte energibruk dersom oppgradering av fasader/altaner og nytt energisystem etableres.

### **Notater:**

PRISSKJEMA.

VENTILASJONSANLEGG.

A. Leiligheter.

- |   |            |     |
|---|------------|-----|
| 1. Ventilasjonsutstyr .....                                   | kr.        |     |
| 2. Spiro- og platekanaler med<br>montering og isolasjon ..... | kr.        |     |
| 3. Reise, diett m.v. ....                                     | <u>kr.</u> |     |
| Sum ventilasjonsanlegg .....                                  | kr.        |     |
| M.V. avgift .....   | <u>kr.</u> |     |
| Sum inkl. avgift .....  |            | kr. |

B. Legesenter.

- |  |            |     |
|--|------------|-----|
| 1. Ventilasjonsutstyr .....                                  | kr.        |     |
| 2. Spiro- og platekanaler med<br>montering og isolasjon .... | kr.        |     |
| 3. Reise, diett m.v. ....                                    | <u>kr.</u> |     |
| Sum ventilasjonsanlegg ....                                  | kr.        |     |
| M.V. avgift .....  | <u>kr.</u> |     |
| Sum inkl. avgift .....                                       |            | kr. |

C. Postkontor.

- |  |            |            |
|--|------------|------------|
| 1. Ventilasjonsutstyr .....                                  | kr.        |            |
| 2. Spiro- og platekanaler med<br>montering og isolasjon .... | kr.        |            |
| 3. Kjølemaskin og kjøletårn ..                               | kr.        |            |
| 4. Reise, diett m.v. ....                                    | <u>kr.</u> |            |
| Sum ventilasjonsanlegg ....                                  | kr.        |            |
| M.V. avgift .....  | <u>kr.</u> |            |
| Sum inkl. avgift .....                                       |            | kr.        |
| Total sum .....  |            | <u>kr.</u> |

Anbud skal leveres i lukket konvolutt merket:

"ANBUD VENTILASJONSANLEGG, TOLLBODGT.13!"

til ingeniør Walter F. Løvli A/S, Håndverkeren, 3000 DRAMMEN innen september 1971 kl. 12<sup>00</sup>.

Anbyder.

## Generelt.

Alle kanaler utføres av galv. plate nr. 20 - 22 (reguleres etter størrelsene) i dimensjoner som er angitt på tegningene. P.g.a. liten nedføring i himlinger, må kanalfalsene delvis slås flate.

Samtlige reguleringsspjeld som er vist, monteres med tetningsviser, sektor og låsanordning for hvilken som helst stilling mellom 0 - 90° og skal inngå i prisen på kanalarbeidet.

Hengere og klammere leveres mønjemalt, det medregnes nødvendige skudd for pistolfester av kanaler.

Alle avgreninger og bend må utføres vel avrundet og overganger utføres diffusorformet.

Viftemotorene skal dimensjoneres så rikelig at de ikke vil gå overbelastet.

Alle falser og avgreninger skal smøres med anerkjent tetningsmiddel.

Tilbudet skal omfatte det spesifiserte materiell og ikke alternativer.

Alle ventiler, avtrekkshetter og rister må tilpasses nøye til kanaler og åpninger. I prisene skal inngå nødvendige detaljtegninger for montasjen.

Hovedentreprenøren skal således ha tegninger av fundamenter, aggregatkammer m.v. i tide. Kopi sendes konsulenten.

Istandsetting og innregulering av anlegget samt omhyggelig driftsprøving. Frakter til, på og innen byggeplass og bygning, assurance av materialer og verktøy.

Eventuell anmeldelse til angjeldende myndigheter. Kopi av myndighetenes event. bemerkninger skal forelegges konsulenten til uttalelse før besvarelsen.

Etter anleggets utførelse leverer entreprenøren 1 sett tegninger til konsulenten hvor eventuelle forandringer er inntegnet.

Hovedentreprenøren stiller<sup>om</sup> nødvendig, låsbart verksted og lagerrom med elektrisk lys.

Ventilasjonsentreprenøren holder selv nødvendig utstyr for arbeidslys, dog kun 15 m. elektrisk kabel for transportlampe.

Stillaser el. lign. skal entreprenøren selv holde. Alle murrammer må leveres hovedentreprenøren i god tid før innmuring skal skje.

Alle batterier skal leveres i kobber og aluminium.

Alle lydfeller som er vist på tegningene, leveres innvendig kledt med lydabsorberende materiale og perforert plate.

Blikkenslageren må samarbeide med rørleggeren ved alle krysninger av rør og eventuelt bøye av, opp eller ned på grunn av rørenes fall.

Ventilasjonsentreprenøren plikter å gi blikkenslageren alt nødvendig underlag, f.eks. brosjyremateriell for ventiler og utstyr slik at montasjen kan gå uhindret.

Alle kaldluftskanaler skal isoleres med 20 mm. kork limt til kanalene, (eller lagt i asfaltin) og bandasjert med lerret. Varm/kald-luftkanaler isoleres med 2,5 cm. Johns-Manville fiberglass Mikrolite type APV med vinylfilm eller likeverdig isolasjon.

Alle skjøter i isolasjonen skal tapes for å oppnå diffusjonstett overflate.

Avtrekkskanaler uisolert.

Ventilasjonsentreprenøren skal når materiell sendes til byggeplassen sørge for å ha mottaker til utstyret, og frakten skal være betalt helt fram.

Utstyr som hovedentreprenøren eller underentreprenør skal sette inn, skal merkes og anvises av ventilasjonsentreprenøren med rom nr.

Alle spjeld skal leveres med kulelager og motgående spjeldblader.

Blikkenslageren plikter å ta nødvendige mål på stedet og ikke utarbeide kanalene bare på grunn av tegningene.

En representant fra ventilasjonsentreprenøren plikter å være tilstede ved alle byggemøter og når som helst eller når han blir innkalt.

Koplings skjemaer.

For det leverte utstyr skal oppsettes koblings skjema og som videre skal godkjennes av elektrokonsulentent.

Ventilasjonsentreprenøren skal regne med montasjen av all automatikk.

Innregulering av ventilasjonsanlegget utføres av entreprenøren før overlevering, og alle nødvendige justeringer skal foretas i garantitiden. Det gjøres spesielt oppmerksom på ventilasjonsaggregatenes størrelse, oppbygning, plassering og plassforholdene. Dersom ikke standard aggregater kan tilbys må de spesiallages.

Disse hensyn skal tas i anbudet.

Senere krav vil ikke bli tatt til følge. Dersom det ikke kan leveres aggregater eller utstyr som kan sammenbygges og plasseres som vist på tegningene skal det gjøres uttrykkelig oppmerksom på dette i tilbudet.

Alle lydfeller som er vist som del av aggregatene skal bygges sammen med aggregatene og tilbys som del av dette. Det samme gjelder avtrekksviftene.

Det legges vekt på lydfattig gang på viftene da lydnivået må tilfredstille kravene til kontorlokaler.

For aggregater medleveres nødvendig stativ med svingningsdempere.

#### Orientering.

##### A.

I 3., 4. og 5. etasje er det kun avtrekk over kontrollventiler og kjøkkenhetter. Avtrekksluften føres i Spirokanaler til avtrekksvifte 5. etasje og gjennom jethette over tak. Platekanaler under tretak 5. etg. er allerede lagt i forbindelse med tretak og papptekking.

##### B.

Legesenter og kommunale kontorer i 2. etg. har innblåsning av forvarmet friskluft med mulighet for senere innstallasjon av kjøleanlegg. Fra ventilasjonsaggregat 5. etg. går tre kanaler ned til himling 1. etg. Her ligger fordelingskanalene ute ved fasadene og det går separate kanal opp gjennom dekke til hvert enkelt mellomtrykkselement av fabr. Glent & Co. i vindusbrystning i 2. etg. Det er spalteventiler i alle vinduer og spalter under dører til rom med avtrekk. Avtrekksventilene er kontrollventiler. Avtrekksluften føres i Spirokanaler til avtrekksvifte 5. etg. og gjennom jethette over tak. Platekanaler under tretak 5. etg. er allerede lagt i forbindelse med tretak og papptekking.

Mellomtrykksapparatene skal leveres og monteres av ventilasjonsentreprenøren.

Da rørlegger skal tilknytte rørleggermessig og elektriker skal montere sine rør og bokser i forb. med elementene og innkledning av disse må det foregå et meget godt samarbeide mellom de respektive entreprenørene.

Forøvrig gjelder for ventilasjonsentreprenøren at han til enhver tid følger med i byggearbeidet, kontrollerer alle utsparinger, sørger for at all automatikk og utstyr kommer på plass til rett tid og faller i de rette hender.

Materialer og utstyr må ikke sendes byggeplassen uten å bli mottatt av en som er ansvarlig for at utstyret blir tatt hånd om og montert.

Alle elektriske koplingskjemaer over automatikken levert av vent. entreprenør skal leveres av samme og foreligge umiddelbart etter kontrakt er undertegnet.

AV økonomiske grunner skal anskaffelse og montering av kjølekompressorer, kjølebatterier og kjøletårn utstå, men forøvrig skal anlegget utføres for kjøling. Det vil si diffusjonstett overflate på isolasjonen av innblåsningskanalene automatikk som kan utbygges for kjøling og de nødvendige hensyn ved å avsette plass for kjølemaskiner, kjølebatterier og kjøletårn.

All automatikk skal leveres av fabr. Billman.

Alt kanalarbeide må utføres omhyggelig og det må tas nøyaktig mål på stedet. Kanalarbeidet må altså ikke utføres etter bare tegningene. Utettheter tillates ikke og nødvendige overganger til ventiler utføres således at de passer nøyte til ventilene.

Det er spesielt viktig at mellomtrykkskanalene er absolutt tette.

Alle skjøter på runde Spirokanaler skal limes, poppes og tapes.

Det skal forøvrig gis opplysning om hvilken blikkenslager som skal benyttes til anlegget.

### C.

For postkontor skal det være luftkondisjonering med kjøling. Ventilasjonsaggregatene er plassert i tekn. rom kjeller. Det må være en strupeanordning på alle uttakene fra ventilasjonsaggregatene. Mellomhastighetskanaler fra aggregatene til lydfeller i himling og luften går videre i lavtrykkskanaler til innblåsningsventiler i himlingen.

Avtrekk via lysarmaturene til plenum i nedforing og videre til omluftinntak i nedforing i transittlager. Her iblandes 20% friskluft (konstant blandingsforhold) og luften går ned i kjeller til inntaksdelen i aggregatene.

I tekn. rom kjeller leveres og monteres vannkjølemaskin som via isvann kjøler luften til postkontoret.

På rampe 1.etg. leveres og monteres kjøletårn som kjøler vannkjølemaskinens kjølevann.

Alt utstyr i forbindelse med krigs- og normalventilasjon av tilfluktsrom holdes utenfor dette anbud, da det vil bli levert og montert av hovedentreprenøren.

Kontraksbestemmelsene på side 4,5 og 6 gjelder også for ventilasjonsanlegget.

SPESIFIKASJON.

A. Leiligheter.

Post	Antall	Beskrivelse	a pris	Sum
1	1	Sentrifugalvifte for avtrekk leiligheter. Viften skal leveres i isolert kasse med platemantel og luke for inspeksjon. Viften skal stå på ben i vifterom 5.etg. Viften skal ha en kapasitet på 6500 m <sup>3</sup> /h ved en kanalmotstand på 30 mm. V.S. Trykket kan bli gjenstand for justering. Viften leveres med komplett utstyr for kileremdrift, rikelig dimensjonert, elektrisk, helkapslet 3-fas motor med glidelager. Det blir lagt vekt på at viften er stille gående. Viften må monteres så man unngår overføring av vibrasjoner til bygningen. Kontaktor og motorvern, start og stopp, samt signallamper tas med av elektrokonsulenten.		
2	1	Jethette J-500 av fabr. Glent & Co.		
3	20	Avtrekkshetter for kjøkken type BEH av fabr. Glent & Co.		
4	22	Glentcoblocventiler av fabr. Glent & Co. type BRU uten snortrekk.		
5	1	Utvendige sjalusirister i aluminium med innmuringsramme og netting på baksiden.		
	1	100 x 25 for friskluft fyrrom.		
	8	30 x 30 for friskluft kjeller.		
	1	50 x 15 for friskluft søppelrom.		
	1	30 x 30 for avtrekk tørketrommel.		



Post	Antall	Beskrivelse	a pris	Sum
		forts.		
6	-	Alt isoleringsarbeide av friskluftskanaler med 2 cm. isopor limt til kanalene.		
7	-	Alt kanalarbeide (plate- og spirokanaler) fullt ferdig montert. I denne pris skal inngå alle lydfeller.		
8	-	Seilduksmansjetter monteres.		
9	-	Igangkjøring og innregulering til full driftsmessig stand.		
10	-	All nødvendig justering og etterregulering i garantiåret.		
11	-	Ingeniørbesøk som er nødvendig ved montasje samt byggemøter.		
		Sum ventilasjonsanlegg, leiligheter		

SPESIFIKASJON.

B. Legesenter.

Post	Antall	Beskrivelse	a pris	Sum
12	1	<p>Luftbehandlingsaggregat for legesenter montert sammen i isolert platekasse og lakert platemantel, med en kapasitet 6100 m<sup>3</sup>/h ved en kanalmotstand på 40 mm. V.S. utenfor aggregatet. Aggregatet består av:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Inntaksdel med frostsikringsspjell,</li><li>b) Filterdel med ett sett reservefilter.</li><li>c) Varmtvanns varmebatteri utført i kobber/aluminium. 6100 m<sup>3</sup>/h skal varmes fra + 25 til + 27° C ved en varmtvannstemp. på + 80 - + 60° C. Q = 95000 kcal/h.</li><li>d) Tomseksjon for senere innstallering av kjølebatteri for isvann.</li><li>e) Befukterseksjon med skivebefukter som kan tilføre luften 5,5 g vann /kg luft d.v.s 40,3 kg vann/h.</li><li>f) Dobbelsugende sentrifugalvifte med en kapasitet på 6100 m<sup>3</sup>/h ved en kanalmotstand på 40 mm. V.S. Trykket kan bli gjenstand for justering. Viften leveres med komplett utstyr for kileremdrift med rembeskytter, rikelig dimensjonert, elektrisk, helkapslet 3-faset motor. Kontaktor med motorvern, start- og stoppeknapper samt signallamper leveres av elektriker.</li><li>g) Automatikk av fabr. Billman.</li></ul>		
	1	Frostsikringsspjeld ME5S2		
	1	Shuntventil MB6V3BVG40		

Post	Antall	Beskrivelse	a pris	Sum
		forts.		
	1	Frostsikringstermostat 270XS.		
	1	Motorventil til forbefuktning MB6V2BPG15.		
	1	Kanalføler TACK4.		
	1	Romhygrostat HAEK1 montert i venterom legesenter.		
	1	Ventoniksentral CCB66/ECB6. Innregulering, igangkjøring og etterkontroll ved spesialist fra Billman.		
		h) Lydfelle.		
13		Aeropress-apparater type AIS fabrikkat Glent & Co.		
	59	nr. 950		
	2	nr. 700		
		Leverandør Ing. firma Metas.		
14	30	Glentcoblocventiler av fabr. Glent & Co. type BRU uten snortrekk.		
15	1	Avtrekksvifte for legesenter 3700 m <sup>3</sup> /h ved en kanalmotstand på 35 mm. V.S. Forøvrig som beskrevet for post 1.		
16	1	Jethette J-400 av fabr. Glent & Co.		
17	1	Utvendig sjalusirist i aluminium med ramme for feste i trevegg og netting på baksiden. Dim. 80 x 70 cm.		
18		Platekanaler i henhold til tegninger. Kanalene skal være tette. Spesielt nøye må det være med mellomtrykkskanalene hvor det ikke tillates den minste luftlekkasje.		
19		Spirokanaler og deler i henhold til tegninger. Alle skjøter må være absolutt tette derfor skal skjøtene limes, poppes og tapes.		

Post	Antall	Beskrivelse	a pris	Sum
		forts.		
20		Isolasjon av friskluftkanaler med 20 mm. kork eller isopor limt til kanalene (eller lagt i asfaltin) og bandasjert med lerret.		
21		Isolasjon av innblåsningskanaler med 25 mm. Johns-Manville fiberglass Mikrolite type APV med vinylfilm. Alle skjøter i isolasjon tapes for å oppnå diffusjonstett overflate. Det må utvises forsiktighet slik at overflatefilmen ikke får hull eller rifter. Ved hengere, klammer og ved avslutninger mot vegg eller dekke må utførelsen være diffusjonstett.		
22		Hengere og klammer leveres mønjemalt.		
23		Tilbudet skal omfatte det spesifiserte materiell og ikke alternativer.		
24		I prisene skal inngå nødvendige detaljtegninger for montasjen. Hovedentreprenøren skal således ha tegninger av fundamenter og bygningsmessige vifterom i tide. Kopi sendes konsulenten.		
25		Istandsetting og innregulering av anlegget samt omhyggelig driftsprøving.		
26		Frakter til, på og innen byggeplass og bygning, assurance av materialer og verktøy.		
27		Eventuell anmeldelse til angjeldene myndigheter. Kopi av myndighetenes event. bemerkninger skal forelegges konsulenten til uttalelse før besvarelsen.		

Post	Antall	Beskrivelse	a pris	Sum
		forts.		
28		Etter anleggets utførelse leverer entreprenøren 1 sett tegninger til konsulenten hvor eventuelle forandringer er inntegnet.		
29		All nødvendig justering og etterregulering i garantiåret.		
30		Ingeniørbesøk som er nødvendig ved montasjen samt byggemøter.		
		Sum ventilasjonsanlegg, legesenter		

SPESIFIKASJON.

C. Postkontor.

Post	Antall	Beskrivelse	a pris	Sum
31	2	<p>Luftbehandlingsaggregater for postkontor montert sammen i isolert platekasse og lakkert platemantel, med en kapasitet 7300 m<sup>3</sup>/h ved en kanalmotstand på 60 mm. V.S. utenfor aggregatet. Aggregatet består av:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Inntaksdel med frostsikringsspjell.</li><li>b) Filterdel med et sett reservefilter.</li><li>c) Varmtvanns varmebatteri utført i kobber/aluminium. 7300 m<sup>3</sup>/h skal varmes fra + 11° C til + 20° C ved en varmtvannstemperatur på + 80 - + 60° C. Q = 19750 kcal/h.</li><li>d) Kjølebatteri for isvann. 7300 m<sup>3</sup>/h skal kjøles fra 24,5°, 48% RF I= 11,4 til 11,0°, 95% RF I= 7,4 ved en by-pass faktor = 0,1. For temperaturfall og turtemperatur for isvann, konf. kjølemaskinleverandør.</li><li>e) Tomseksjon for senere installasjon av ettervarmebatteri.</li><li>f) Dobbelt sugende sentrifugalvifte med en kapasitet på 7300 m<sup>3</sup>/h ved en kanalmotstand på 60 mm. V.S. Trykket kan bli gjenstand for justering. Viften leveres komplett med rembeskytter, rikelig dimensjonert elektrisk, helkapslet 3-faset motor. Kontakter med motorvern, start- og stoppeknapper samt signallamper leveres av elektriker.</li></ul>		

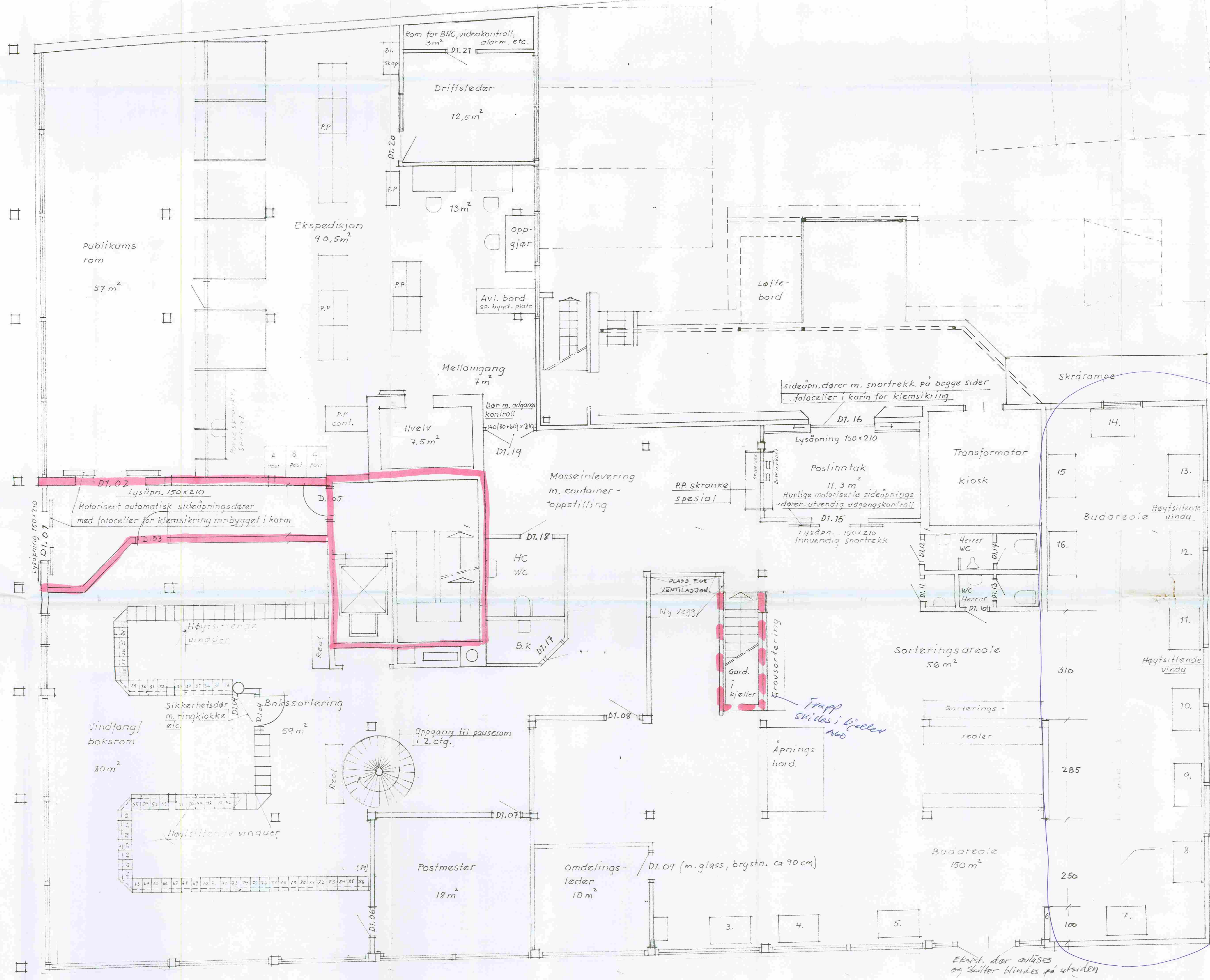
Post	Antall	Beskrivelse	a pris	Sum
		forts.		
		g) Automatikk av fabr. Billman.		
	2	Spjeldmotor ME5S2 for frostsikring.		
	2	Shuntventil MB6V3BVG20 (varme).		
	2	Frostsikringstermostat 270 XS.		
	2	Shuntventil MB6V3BVG32 (kjøling).		
	4	Kanalføler TACK4.		
	2	Kanalføler TACX4.		
	2	Romføler TACP4.		
	2	Ventoniksentraler CCB66EM.		
		Innregulering, igangkjøring og etterkontroll ved spesialist fra Billman.		
		h) Lydfelle.		
32	7	Lydfeller 150 x 100 x 35 cm. (lxbxh) innvendig kledd med lydabsorberende materiale		
33	25	Innblåsningsventiler av fabr. R.C.M. 16" x 16". Airovane 4 way og RAC romboidal spjell. Ventilene skal festes i aluminium nedforing og lakkeres med spesiell farge som leveres av firmaet som monterer nedforingen.		
34	25	Kasser med Barber Colman Airturns og stuss for ventil og fleksibel slange, se tegn.nr. 15.		
35	25	Ca. 1 m. lange fleksible slanger passende til 25 cm. Ø spirorør.		
36	7	Manuelle spjell i alle uttak fra lydfeller aggregater.		
37		Manuelle spjell for innstilling av friskluft - omluftforholdet.		
	1	200 x 35 cm.		

Post	Antall	Beskrivelse	a pris	Sum
		forts.		
	1	60 x 35 cm.		
38	1	Utvendig sjalusiristi aluminium med innmuringsramme og netting på baksiden. Dim. 100 x 35 cm.		
39		Platekanaler i henhold til tegninger. Kanalene skal være tette. Spesielt nøye må det være med mellomtrykkskanalene og lydfellene hvor det ikke tillates den minste luftlekkasje.		
40		Spirokanaler og deler i henhold til tegninger. Alle skjøter må være absolutt tette, derfor skal skjøtene limes, poppes og tapes.		
41		Isolasjon av friskluftkanaler med 20 mm. kork (eller isopor) limt til kanalene (eller lagt i asfaltin) og bandasjert med lerret.		
42		Isolasjon av innblåsningskanalene med 25 mm. Johns-Manville fiberglass Mikrolite type APV med vinylfilm. Alle skjøter i isolasjonen tapes for å oppnå diffusjonstett overflate. Det må utvises forsiktighet slik at overflatefilmen ikke får hull eller rifter. Ved hengere, klammer og ved avslutninger mot vegg eller dekke må utførelsen være diffusjonstett.		
43		Hengere og klammer leveres mønjemalt.		
44	1	Packaged water chiller av fabr. Westinghouse PB 025W eller tilsvarende av annet fabrikat.		

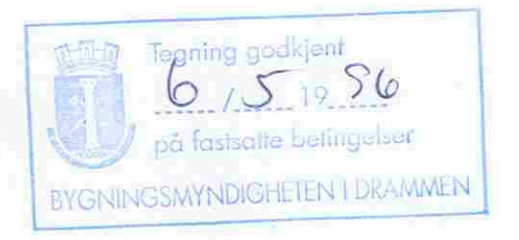


Post	Antall	Beskrivelse	a pris	Sum
		forts. Dersom annet fabrikat, må dette godkjennes før anbudsinnsendelse. Kapasitet 62000kcal/h isvann + 5° - + 10° C, kondensator + 25° - + 32° C.		
45	1	Kjøletårn med kapasitet 77000 kcal/h ved 20° C våttemperatur.		
46		Automatikk av fabr. Billman.		
	1	Novethermsentral BA66A.		
	1	Spjellmotor MEG.		
	1	Vannføler TACA.		
	1	Frostsikringstermostat 270XSA. Innregulering, igangkjøring og etterkontroll ved spesialist fra Billman.		
47		Tilbudet skal omfatte det spesifiserte materiell og ikke alternativer.		
48		I prisen skal inngå nødvendige detaljtegninger for montasjen. Hovedentreprenøren skal således ha tegninger av fundamenter i tide. Kopi sendes konsulenten.		
49		Istandsetting og innregulering av anlegget samt omhyggelig driftsprøving.		
50		Frakter til, på og innen byggeplass og bygninger, assurance av materialer og verktøy.		
51		Eventuell anmeldelse til angjeldene myndigheter. Kopi av myndighetenes event. bemerkninger skal forelegges konsulenten til uttalelse før besvarelsen.		
52		Etter anleggets utførelse leverer entreprenøren 1 sett tegninger til konsulenten hvor event. forandringer er inntegnet.		

Post	Antall	Beskrivelse	a pris	Sum
		forts.		
53		All nødvendig justering og etterregulering i garantiåret.		
54		Ingeniørbesøk som er nødvendig ved montasjen samt byggemøter.		
		Sum ventilasjonsanlegg, postkontor		



Innbygging av innkjøpsdel.



DRAMMEN OG LIER  
BRANN OG FEIERVERSEN  
Mottatt: 28.6.95  
J.nr. 9166 Anr. 9-51  
Saksbeh.: I.G  
Anm.: ..... Sign. Selvi

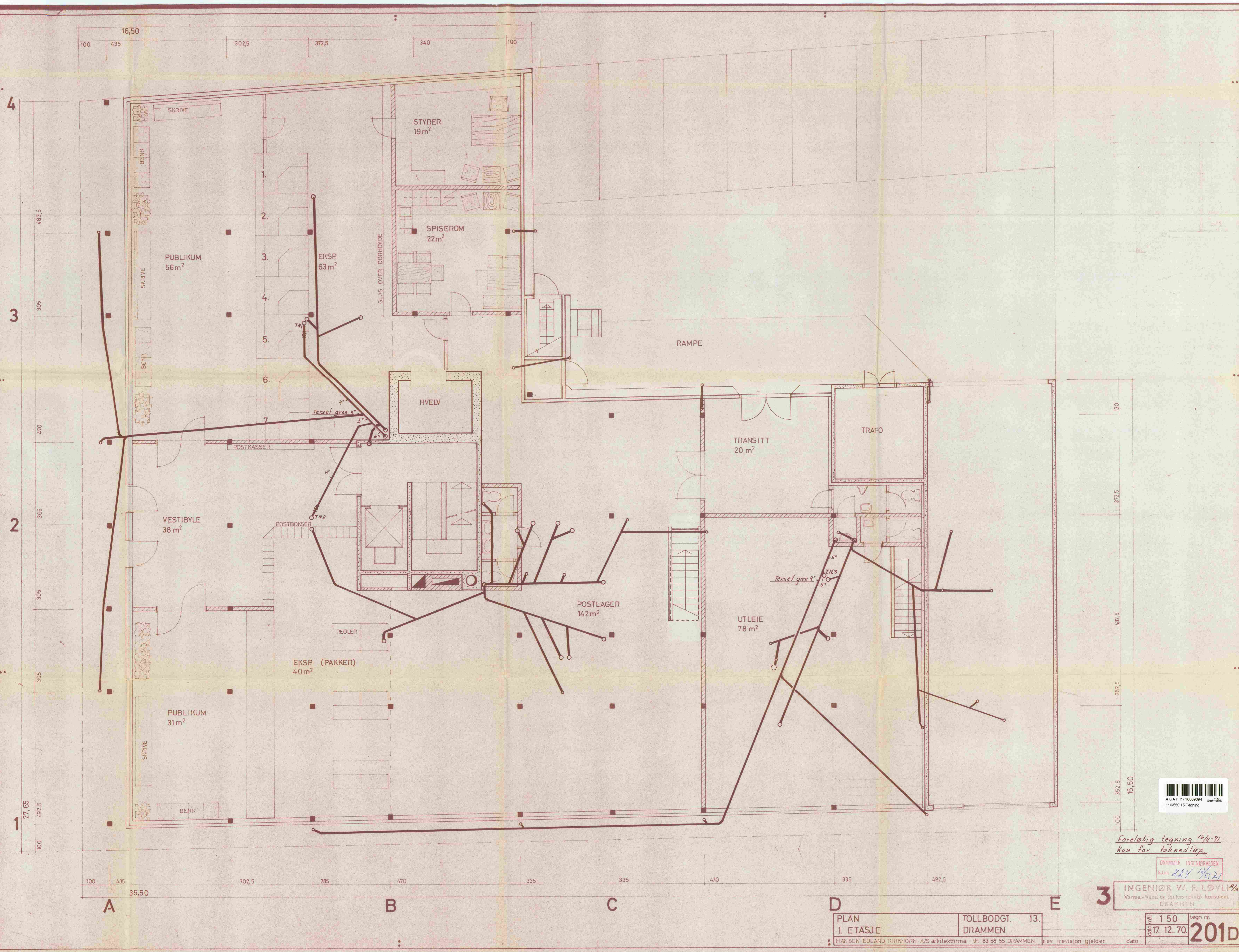
DRAMMEN KOMMUNE  
BYUTVIKLINGSDELINGEN  
15 AUG 1995  
J.nr. 886/95  
Mappe nr. ....



INGENIØR  
Georg P. Harbitz  
BYGGADMINISTRASJON  
PROSJEKTUTVIKLING  
Adress: Dr. Høstingsgate 4 3084 Drammen Telefon: 32 89 74 57  
Telefax: 32 89 74 56

Strømsø pkt (Drammen)  
Forslag til planløsning

mål 1:50 dato 12.10.1994



Foreløbig tegning 16/4-71  
kun for taknedløp.

DRAMMEN INGENIØRVESEN  
R.Jan. 22/4 1971

**3** INGENIØR W. F. LØYLI  
Varme-, Yrke- og Sirkulasjonsteknisk konsulent  
DRAMMEN

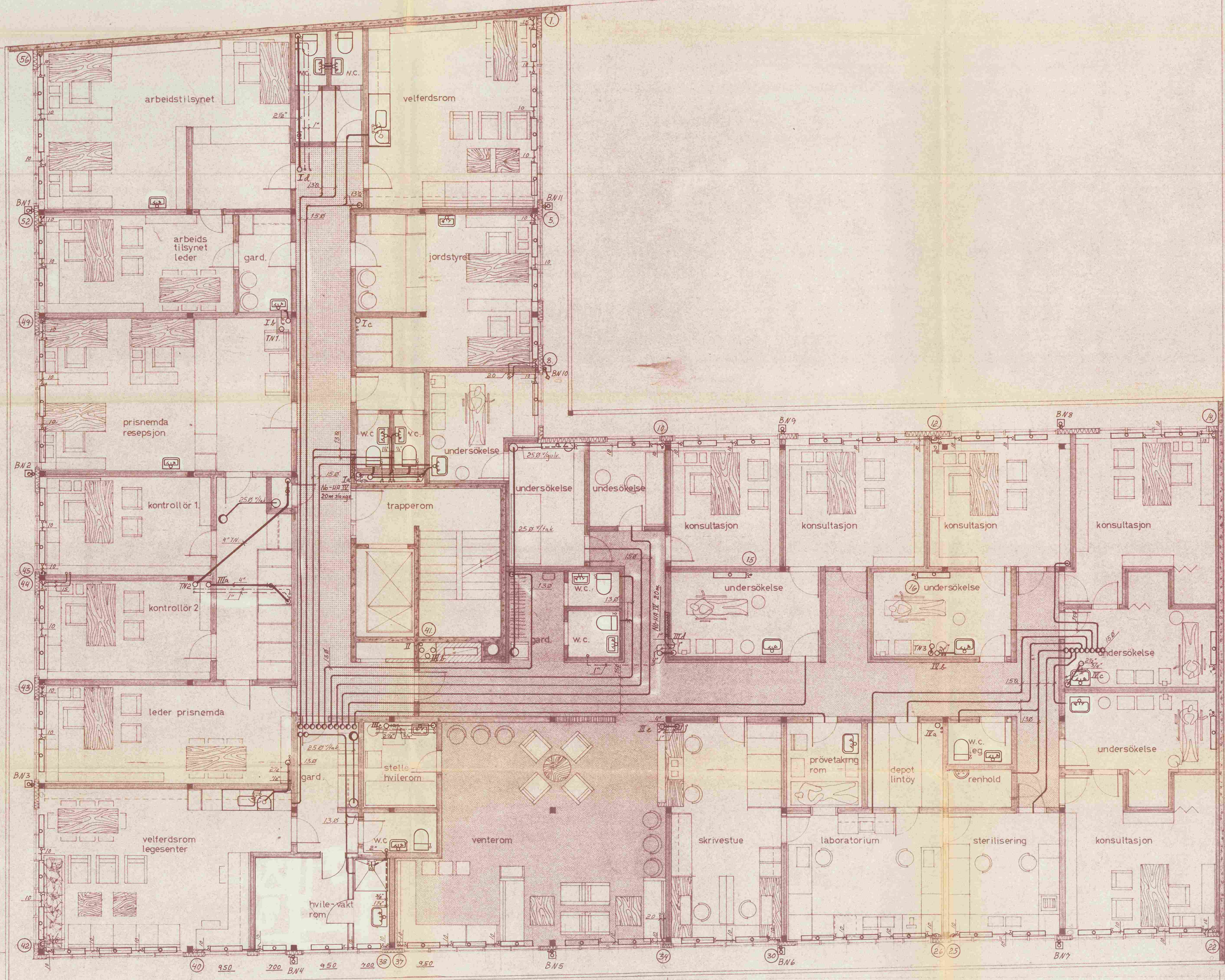
PLAN	TOLLBODGT.	13.
1. ETASJE	DRAMMEN	
HANSEN EDLAND KIRKHOORN A/S arkitektfirma tlf. 83 58 55 DRAMMEN	rev	revisjon gjelder
dato	17. 12. 70.	tegn nr
		<b>201D</b>

4

3

2

1



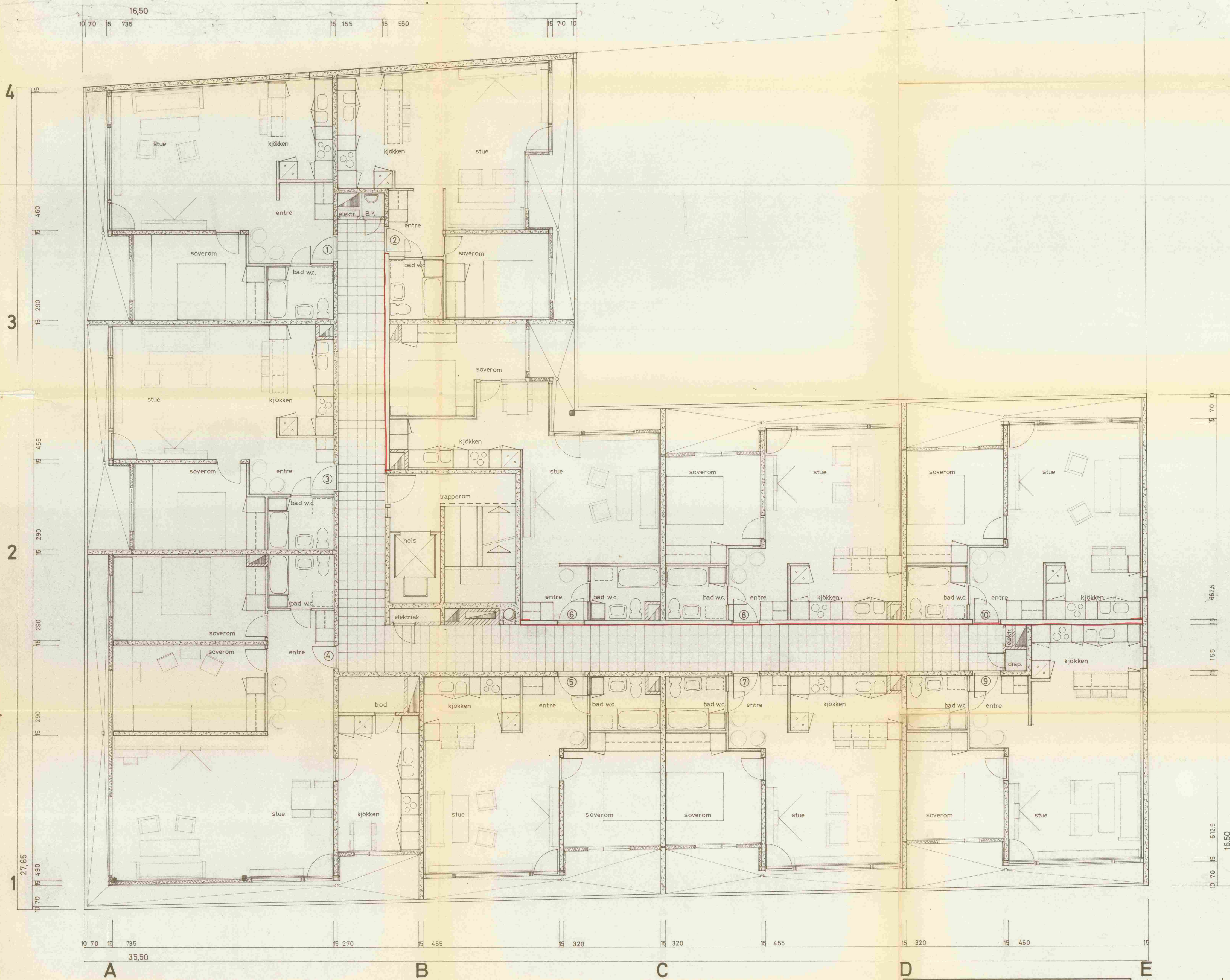
Drammen Helseråd  
 N.Ø. - 2006-21  
 N.Ø. - 2006-21

**TOLLBODGT. 13.**

ANL. NR. 258-70	PLAN 2. ETASJE	TEGN. NR.
TEGN. 25/8-71 Q.N.	VVS. ANLEGG.	<b>3</b>
REV.	MALESTOKK 1:50	
INGENIØR W. F. LØVLI N.		
Verne-, Vent- og Sanitærteknisk konsulent		
TLF. 83 63 88 DRAMMEN		

59 stk. Repress-apparater AIS 950  
 2 stk. AIS 700

LEGESENTER OG KOMM.	TOLLBODGT. 13.	1:50	tegn. nr.
KONTORER 2. ETASJE	DRAMMEN	25.5.71	<b>206c</b>
ANSEN EDLAND KIRKHORN A/S arkitektfirma tlf. 83 58 45 DRAMMEN rev. revisjon gjelder dato kontr. tegn. nr.			



Utsjakt  
 leil. 9  
 10  
 1  
 2  
 Bod 3  
 4

HANSEN EDLAND KIRKHORN A/S  
 17.10.70  
 453  
 70



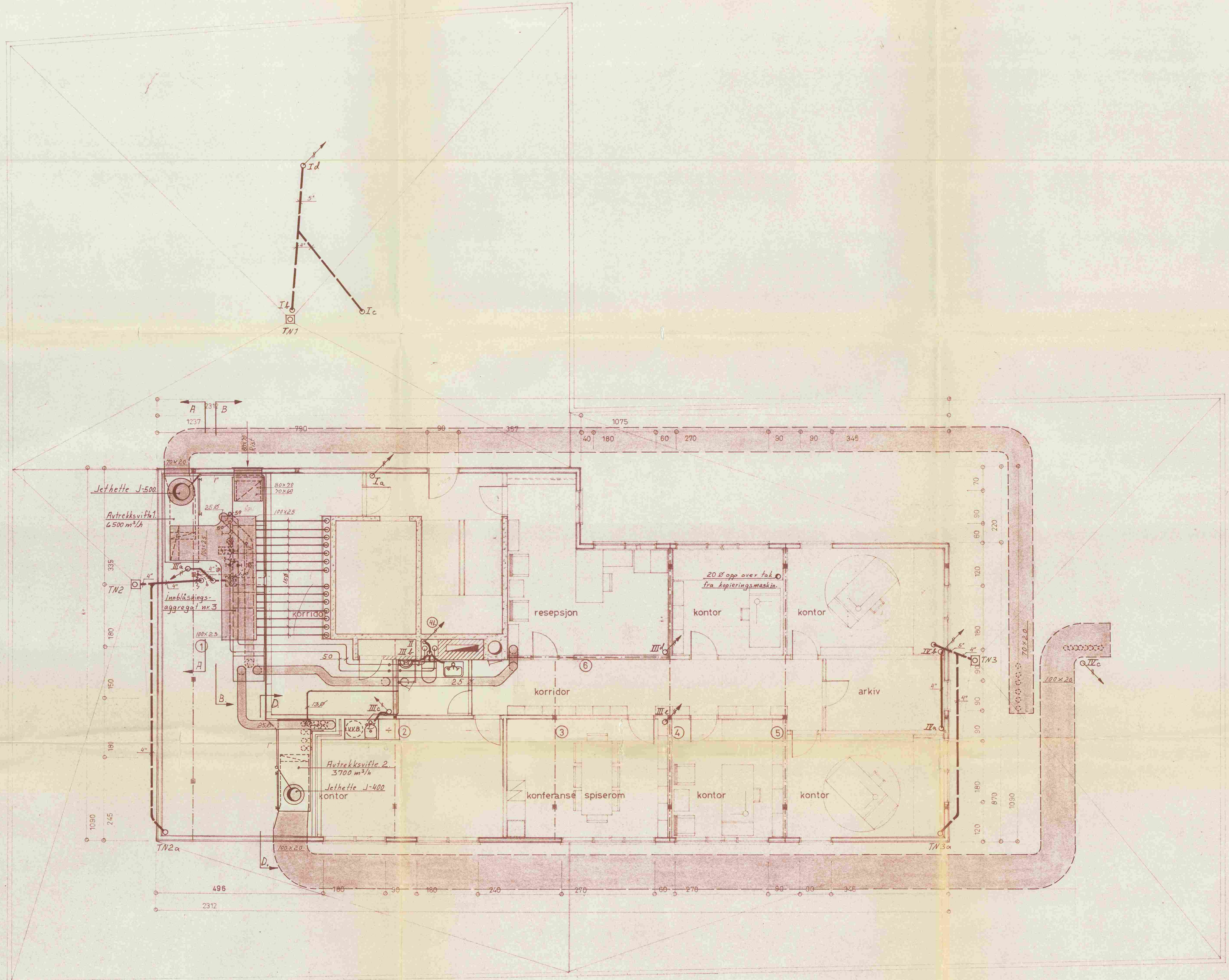
<b>PLAN.</b> <b>2.3.4. ETASJE</b>		<b>TOLLBODGT. 13.</b> <b>DRAMMEN</b>		c leil. 6 inntegn.søyle for sluk 8.1.71 b stuevindu, ext sjakt leil. 4 7.1.71 a posisjon av kanal kor 5.12.70	1:50 17.10.70	tegn.nr. <b>202B</b>
HANSEN EDLAND KIRKHORN A/S arkitektfirma tlf 83 58 55 DRAMMEN		rev revisjon gjelder	dato	kontr. tegn.		

4

3

2

1



Drammen Helseråd  
 N. 214-219-221

DRAMMEN - NUGO - SVISSEN  
 R.L. nr. 604 9/9-71

<b>TOLLBODGT. 13.</b>		
ANL. NR. 268/70	<b>PLAN 5. ETASJE.</b>	TEGN. NR.
TEGN. 25/8-71 @ N	<b>V.V.S. ANLEGG.</b>	<b>6</b>
REV.	MÅLSTOKK: 1:50	
INGENIØR W. F. LØVLI 1/2		
Varde-, Vint- og Sanitærteknisk konsulent		
TLF. 83 63 88 DRAMMEN		
5. ETASJE	TOLLBODGT. 13.	1:50
PLAN	DRAMMEN	tegn. nr.
HANSEN EDLAND KIRKHORN A/S arkitektfirma tlf. 83 68 45 DRAMMEN		11.5.71
rev.	revisjon gjelder	dato kontr tegn.
		<b>205B</b>



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
67 23 00 00  
[www.nmbu.no](http://www.nmbu.no)