

12-2012
ENOVA SF

FAKTASTUDIE – KOSTNADER FOR ELEKTRISK OG VASS- BOREN OPPVARMING

OPPDRAGSNR. 137281
DOKUMENTNR. 1
VERSJON E
UTGIVELSESDATO 03.12.2012
UTARBEIDET OOSM, RBO, SVEB
KONTROLLERT JOST, DBE
GODKJENT ASK

INNHALD

Forord	7
Samandrag	8
1 Innleiing	11
2 Status	13
2.1 Teknisk status – el.varme	13
2.2 Teknisk status – vassboren varme	14
2.3 Dagens kostnadstal	15
3 Metode	21
3.1 Eksempelbygga	23
3.2 Effektbehov	25
3.3 Funksjon, varmekonsept og tekniske løysingar	27
4 Resultat	35
4.1 Einebustad	35
4.2 Bustadblokk	40
4.3 Barnehage	45
4.4 Kontorbygg	49
4.5 Samanfating	54
5 Konklusjon	59
Referanseliste	61
Vedlegg - underlagsdokumenter, kontorbygg	62

Forord

Denne faktastudien er gjennomført på oppdrag frå Enova SF, og er ein del av deira arbeid med omlegging av varmforsyninga i norske bygg til fornybar varme. Arbeidet er gjennomført av ei prosjektgruppe i COWI AS, avd. Trondheim.

Etter ein interessant og grundig prosjektperiode, som har auka kunnskapsnivået og fokuset innan temaet internt, ser me fram imot at rapporten vil bidra som kunnskapsbyggande for oppdragsgevar.

Gjennom dette prosjektet er det også nytta ressursar utanfor eigen organisasjon, der det er nokre me vil trekkje fram og rette ei stor takk til, for uvurderlige bidrag innan eit spanande tema:

- › Norske Rørleggerbedrifters Landsforening (NRL) ved Ole Larmerud
- › Brødrene Dahl AS ved Grete Hoddø
- › K. Lund AS ved Gunnar Knudsen og Morten Korsnes
- › Adax ved Steinar Sandum

Til slutt vil me takke alle internt i COWI AS, som ikkje var del av oppnemnd ressursgruppe, men som likevel delte av sitt høge kunnskapsnivå.

Samandrag

I arbeidet med å redusere utslepp av klimagassar som indirekte er forårsaka av den norske bygningsmassen, har det vore eit sterkt fokus på bygningenes varmebehov det siste tiåret. Med stadig skjerpande krav til bygningenes termiske eigenskapar endrar også rammevilkåra for val av varmeanlegg seg. Gjennom denne studien er det kartlagt kostnader for 4 ulike bygningstypar – einebustad, bustadblokk, barnehage og kontorbygg – med TEK 10 og Passivhus-standard. *Tabell 1* syner samanfatta kostnadstal for varmeanlegg basert på direkte elektrisitet og vassboren varme (VBV). Tala gjeld i klimasone tilsvarande Oslo, med dimensjonerande utetemperatur (DUT) -20°C og årsmiddeltemperatur over $6,3^{\circ}\text{C}$. For kontorbygg er det berekna kostnader for konvensjonell ("fullfleks") og forenkla systemløyising.

		El. varme		VBV	
		TEK 10	PH	TEK 10	PH
Einebustad		160-196	102-124	447-541	351-423
Bustadblokk		140-172	101-123	335-406	261-316
Barnehage		186-228	147-179	466-566	453-550
Kontor 3600 m²	Fullfleks	107-131	77-95	280-339	236-286
	Forenkla		48-58		141-170
Kontor 7200 m²		98-120	72-88	225-267	201-244

Tabell 1 Samanfatta kostnadstal frå Faktastudien – el.varme og vassboren varme (VBV).

Hovudfunn frå Faktastudien oppsummert:

El. varme er billegast, sjølv om ein samanliknar med vassboren varme *utan* varmekjelde. Om ein ikkje tek omsyn til ekstern kraftforsyning er el.varmens gode eigenskapar, både mot regulering, fleksibilitet og effektivitet, eit svært godt romvarmealternativ.

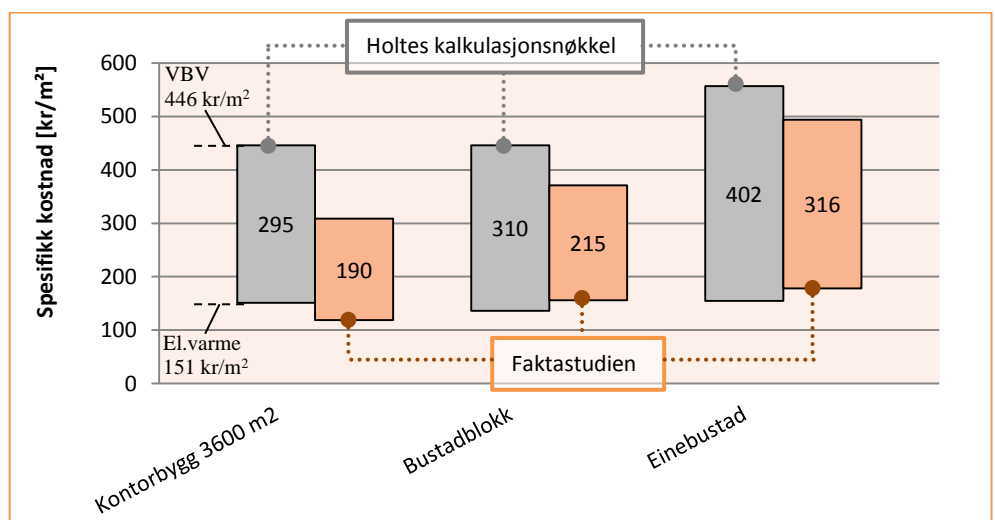
Vassboren varme (VBV) er billigare enn eksisterande erfarings- og kalkyletal, på tross av at anlegga i studien er godt utrusta, med blant anna vassrensaneanlegg og energimålarar. Dette er derimot ikkje uventa. Eittersom det største potensialet for å redusere anleggskostnaden ligg i designfasen er det viktig at fokuset er skarpt her. Gjennom planlegginga av anlegga har nettopp dette vore tilfellet her.

Viktige fokus i prosjekteringsarbeidet for varmeanlegga har vore, og bør vere:

- › **Innreiingsfleksibiliteten** må behandlast som den viktige påverknadsfaktoren den er på anleggskostnad ved utforminga av varmeanlegg. Redusert krav til innreiingsfleksibilitet i heile bygget eller soner av bygget, medfører redusert omfang av både varmeelement og leidningsnett samt rimeligare spesifikk effekt-kostnad på varmeelementsida. Dette er spesielt viktig i kontorbygg.
- › **Korrekt dimensjonering** av anlegget etter berekna varmeeffekt, utan sikkerheitstillegg. Sikkerheitstillegget ligg allereie i dagens DUT, spesielt i passivhus og tunge bygningar. Dette er spesielt viktig i kontorbygg.
- › **Låg eller høg standard.** Det er viktig å kontrollere kva standard anlegget skal halde. Tilval som aukar anleggets standard aukar også anleggskostnaden.
- › Bevisste val av varmeelement for VBV kan redusere kostnaden ytterligere.
- › Kloke val av føringsveggar, samt minimalisering av stigeleidningar, er viktige fokus ved planlegginga av vassborne anlegg.

Varmelegg basert på VBV i einebustader skil seg ut i denne bygningsporteføljen på det relativt låge kravet til utførande og prosjekterande i lovverket (tiltaks-klasser 1). For å sikre installasjonens kvalitet for varmelegg basert på VBV bør utbyggar her vurdere val av utførande nøye for å sikre at pris og kvalitet heng saman.

Kalkyletala som ofte vert nytta i dag ligg godt over berekna kostnadstal i denne studien. Dette gjeld spesielt for varmeløysingar i passivhus. Det er også verdt å merke seg skilnaden i anleggskostnad mellom varmelegg basert på elektrisitet og VBV er gjennomgåande lågare i denne studien. *Figur 1* syner korleis denne skilnaden i anleggskostnad variera frå Holtes kalkulasjonsnøkkel, for eit utval bygg på TEK 10-nivå.



Figur 1 Samanlikning av skilnaden mellom kostnadstal for varmelegg basert på hhv. elektrisitet og VBV for Holtes kalkulasjonsnøkkel og Faktastudien. Kostnadstal for eit utval bygg på TEK 10-nivå, der kostnadsskilnad er gitt på respektive søyler. Søylenes høgd illustrerer skilnad i kostnad mellom el. varme og VBV.

Alternative kalkyleverktøy for val av varmeløysingar i tidelig fase kunne med fordel vore tilgjengeleg på marknaden, då med ei høgre oppløysing i føresetnadane. Framtidas bygg treng ikkje gårsdagens varmeløysingar, og då må kalkyletala tilpassast vilkåra i større grad enn i dag.

1 Innleiing

COWI AS har på oppdrag frå Enova SF gjennomført prosjektet "Faktastudie – kostnader for elektrisk og vassboren oppvarming". Rapporten beskriv bakgrunn, arbeidsmetodikk og resultat for Faktastudien kor formålet har vore å skaffe til veg eit godt og objektivt faktagrunnlag med omsyn til kostnader for innkjøp og installasjon av varmeanlegg basert på direkte elektrisitet og vassboren varme (VBV), for ulike eksempelbygg/modellbygg – einebustad (128 m², to etasjar), bustadblokk (3240 m², fire etasjar), barnehage (300 m², ein etasje) og kontorbygg (3600 m², 7200 m², hhv. tre og fire etasjar) – med ulike byggestandard (TEK10-standard og passivhus-standard).



Figur 2 Eksempel på utforming av einebustad (A), bustadblokk (B), kontorbygg (to storleiker – C og D) og barnehage (E).

Prosjektet har vore organisert med ei sentral prosjektgruppe som har hatt tett kontakt med ei intern ressursgruppe med spesialkompetanse innan VVS og elektro. I innleiinga var det møter med Enova SF for å setje rammene for prosjektet samt strategi for gjennomføring.

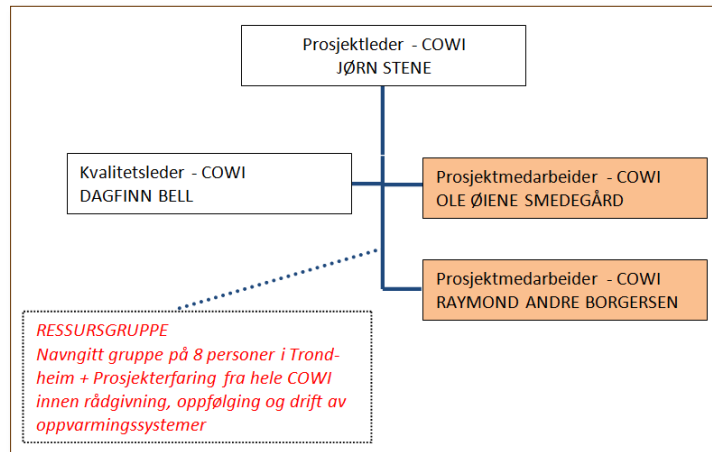
Prosjektdeltakarane hos COWI AS har vore:

Prosjektgruppe

- › Ole Øiene Smedegård – prosjektingeniør (rørleggjarmester, siv.ing. VVS)
- › Raymond Andre Borgersen – spesialist (elektromontør, siv.ing el.kraft)
- › Dagfinn Bell – spesialist VVS/energi – KS
- › Jørn Stene – spesialist VVS/energi – prosjektleder

Ressursgruppe

- › Svein Bakkejord – spesialist elektro
- › Gisle Askheim – spesialist elektro
- › Øivind Jensen – spesialist, elektro
- › Øyvinn Gullvåg – spesialist, elektro
- › Bjørnar Flønes – spesialist VVS
- › Olav Steinshamn – spesialist VVS
- › Oscar B. Folden – spesialist VVS



2 Status

2.1 Teknisk status – el.varme

Elektrisk oppvarming har teknisk sett ikkje forandra seg mykje sidan den vart introdusert på starten av 1960-talet. Sjølvstøtt har varmeelementa hatt ei utvikling, men sjølvstøtt prinsippet med varmekjelder under vindauga og varmekablar på bad har vore dominerande prinsipp i større bygg. I einestad og barnehagar har det vore, og blir framleis nytta løysingar med varmekablar, også i opphaldsrom. *Figur 3* syner eksempel på dagens moderne design av elektrisk panelovn.



Figur 3 Dei elektriske varmeelementa har hatt ei stor utvikling sidan el.varmen vart introdusert – eksempel på moderne panelovn. (Glen Dimplex, 2012)

Ved elektrisk oppvarming i einestad, barnehagar og leilegheiter er det vanleg å dimensjonere straumforsyninga for elektrisk oppvarming, sjølvstøtt i tilfelle der el.-varme ikkje vert nytta som oppvarmingskonsept. Dette blir gjort for å tilfredsstille ønsket/kravet om å installere hensiktsmessige anlegg som FEL98 (Forskrifter for Elektriske anlegg) krev (JD, 1998). I større bygg (kontorbygg, bustadblokker osv.) er det derimot vanleg å forsterke straumforsyninga ved bruk av el.varme.

Styringa av elektriske oppvarmingssystem er sjølvstøtt også blitt meir avansert enn tidligare, med eksempelvis mogelegheit for temperaturstyring på timesoppløysing og lokal differensiering i bygget.

2.2 Teknisk status – vassboren varme

Gjennom dei siste tiåra har varmeanlegg basert på vassboren varme (VBV) i bygningar endra karakteristikk. Både på produktsida og designsida har det vore ei stor utvikling der anlegga har fylgt bygningsmassens utvikling. I dei siste ti åra har det derimot vore eit taktskifte i utviklinga til bygningsmassen. Der ein før i beste fall endra byggtekniske føreskrifter ein gong per tiår ligg det no an til å få den tredje skjerpinga av byggtekniske føreskrifter (TEK) på 8 år, og der fokuset ved kvar revidering ligg over bygninganes energiyting (Direktoratet for byggkvalitet, 2010). Etersom det er varmeanleggets oppgåve å dekke bygningens termiske tap betyr dette at rammevilkåra har vore i stor rørsle den siste 10-15-års perioden. Med denne utviklinga vil ei fortsatt utvikling vere naudsynt for å oppretthalde VBV-anleggas eksistens.

Varmeelementa og overordna systemløysing for varmedistribusjon i bygget er den delen av anlegget som har hatt den minste utviklinga dei ti siste åra. Som Figur 4 viser blir sjølv dei aller mest moderne bygga i dag utforma med kaldrassering og radiatorar under alle vindauger. Dette på tross av at det ikkje er naudsynt i lokale utan krav til innreiingsfleksibilitet der bygget er av høg byggjstandard.



Figur 4 Plassering av varmeelement i tre av Norges mest moderne kontorbygg anno 2012 – Bellonabygget, NSB-kompetansesenter og Papirbredden 2 (passivhus-standard).

Distribusjonsnettet for varmeberaren kan prinsipielt utformast etter tre ulike prinsipp:

1. Eitt-røyr system
2. 2-røyr system med vendt retur
3. 2-røyr system med direkte retur

Alle desse systema har fordeler og ulemper ifht. kvarandre og kan dekkje ulike behov i same anlegget. Det er anlegg utforma som 2-røyr med direkte retur som er mest vanlig i dag. Dette er også den anleggstypen som er mest fleksibel for etterti-

da med tanke på utviding av anlegget. Forskjellen til vendt retur er blant anna at anlegget her blir hydraulisk utbalansert ved soneventilar.

Grunnforsyninga består av utstyr i teknisk rom som pumper, ekspansjonssystem, ventilar, rensesystem og varmekjelde. Det verdt å nemne at det i dag er vanlegare å prosjektere anlegga med større fleksibilitet kva varmekjelde angår, enn det var før. I dag ligg ofte temperaturnivået på 60°C ved dimensjonerande forhold, noko som betyr at også lågtemperatur varmekjelder, som varmepumpe, kan nyttast med godt resultat. Tidligere tiår har 80-90 °C ikkje vore uvanleg, då ofte oljekjelar vart nytta. 80°C-anlegg vert også nytta i dag, då i anlegg forsynt av fjernvarmeanlegg.

For distribusjon av varmeberaren vert det i dag nytta trykkstyrte og turtalsregulerte pumper. Dette gir redusert el.spesifikt behov i anlegg mot tidligare praksis med anlegg med konstant volumstrøm. Dette reduserar også komponentnivået i teknisk rom då omfanget av shunt-grupper ofte blir redusert.

2.3 Dagens kostnadstal

I dag har ein fleire kjelder for kostnadsinformasjon for varmeanlegg basert på både direkte elektrisitet og VBV. Desse tala blir nytta av dei ulike delane av bransjen til ulike praktiske formål, og dannar grunnlaget for avgjersler som blir gjort av byggherre. Kjeldene kan delast inn i fylgjande grupper, etter talas formål:

1. Kunnskapsbygging
2. Kalkulasjonsnøklar
3. Statistikk

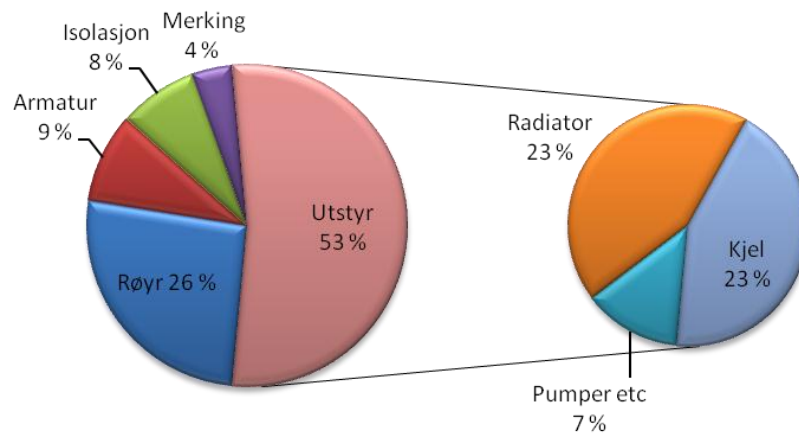
2.3.1 Kunnskapsbygging – Prenøk kunnskapsblad

Frå Prenøk kunnskapsblad-database har ein *Kunnskapsblad 10.1* som beskriv kostnader i VBV-anlegg. Dette baserar seg på kostnadsdata frå midten av 1990-talet, og er derfor berre interessant mot den relative kostnadsfordelinga i varmeanlegget. Førsetnader for *Figur 5* på neste side:

1. Olje- og el.kjel
2. Dimensjonerande tur-/returtemperatur 80/60 °C
3. Radiatoranlegg etter modell av medio 1990
4. Inkl. ettervarming av ventilasjonsluft og oppvarming av tappevatn

Ein ser at i dette tradisjonelle varmeanlegget er det tre anleggsdelar som dominerar kostnadsbiletet:

- › Kjelinstallasjon ca. 23 %
- › Radiatorar ca. 23 %
- › Leidningsnett ca. 26 %



Figur 5 Samantelling av kostnader iht. Prenøk Kunnskapsblad 10.1 (Smedegård, 2012).

Dette gjer eit bra oversiktsbilete over korleis kostnadane i anlegget kan fordele seg. Det er verdt å merke seg at dette biletet ikkje nødvendigvis er likt i dagens anlegg, då utforminga i dag har endra seg frå praksis på 1990-talet. Dette gjeld både geometri og dimensjoneringsparameter.

2.3.2 Kunnskapsbygging – Kostnadsstudien

I 2009 vart den såkalla *Kostnadsstudien* publisert (Prognosesenteret AS, 2009). Dette var eit stort og viktig arbeid finansiert av Enova SF, og som var utarbeidd av Prognosesenteret. Denne kartla kostnadsnivået i Norge og Sverige, samt identifiserte viktige barrierar mot auka omfang av VBV. *Tabell 2* syner utdrag frå resultatane i denne rapporten. Som ein ser er det stort spenn i resultatane, noko som er ei svakheit her. Prisenivået på Vestlandet er i fylje Kostnadsstudien omlag 240 % høgre enn i Midt-Noreg, dvs. 1200 kr/m² mot 351 kr/m². Dette på tross av:

- › Homogen kalkulasjonsmetode av tilbudspris i bransjen
- › Arbeidskostnader blir i 90 % av alle anlegg kalkulert etter Akkordtariffen for røyrleggjarfaget
- › Få landsomfattande grossistar i bransjen

Viktige føresetnader for Kostnadsstudien:

- › Kostnader ekskl. mva.
- › Berre VBV for romoppvarming, dvs.:
 - › Røyrnett
 - › Pumper
 - › Varmeavgjevarar
 - › Reguleringsystem (inkl. styring og automatikk)
- › Ekskl. varmebatteri i samband med ettervarming av luft til klimatisering
- › Ekskl. varmeproduksjon, som varmepumpe, biokjel eller abonnentsentral for fjernvarme

Region	Spesifikk kostnad [kr/m ²]
Nord	1 000,-
Midt	351,-
Vest	1 200,-
Aust	657,-
Sør	714,-
Heile landet - gjennomsnitt	620,-

Tabell 2 Utdrag frå Kostnadsstudien. Spesifikk kostnad (kr/m²) for radiatoranlegg i norske kontorbygg, fordelt på regionar. Kostnadssnitt for heile landet gjeld radiatoranlegg i nye yrkesbygg. (Prognosesenteret AS, 2009)

Andre rapporter innan temaet:

- › **Prosjektrapport 39** – "Prosjektveileder forenklet anlegg for vannbåren oppvarming av boliger" av Tore Wigenstad, 2009

Stikkord: Alternativ oppbygning av varmeanlegg basert på vassborn varme i bustader.
- › **Fordjupingsprosjekt** – "Analyse av forenkla vassborne distribusjonssystem for større bygningar" av Ole Ø. Smedegård, 2011 (Prosjektoppgåve, NTNU)

Stikkord: Status og analyse av VBV-anlegg i yrkesbygg.
- › **Masteroppgåve** - "Analyse av forenkla vassborne distribusjonssystem for større bygningar" av Ole Ø. Smedegård, 2012 (Masteroppgåve, NTNU)

Stikkord: Status, analyse og forslag til tiltak for reduksjon av anleggskostnad.

2.3.3 Kalkyle – kalkulasjonsnøklar og erfaringstal

I tidelig fase av byggjeprojekt blir ulike avgjersler ofte gjort på grunnlag av kalkylar. For varmeanlegg blir desse kalkylane ofte satt opp av rådgjevar for hhv. VVS-(RIV) og elektro-faga (RIE), og dannar byggherre/eigendomsutviklar's grunnlag for avgjersle. Kostnadstala som blir nytta i kalkylen stammar enten frå såkalla "kalkulasjonsnøklar", som er kommersielle oppslagsverk med kostnadsdata ned på prislinjenivå, eller frå etablerte "tommelfinger-reglar", frå enten rådgjevar lokalt eller veletablerte nøkkeltal i bransjen.

2.3.3.1 Kalkulasjonsnøklar

På marknaden i dag har ein fleire som tilbyr kostnadsstatistikk frå reelle prosjekt. Dette er oppslagsverk med kostnadsdata som dekkjer alle fag i byggjeprosessen og blir nytta som beslutningsstøtte-verktøy. Tabell 3 viser samanfatta kostnadsinfo for to oppslagsverk gjeldande for kontorbygg, *Holtes kalkulasjonsnøkkel* og *Norsk prisbok*. (Holte Byggsafe, 2012) (Norconsult informasjonssystemer, 2012)

	Holtes kalkulasjonsnøkkel				Norsk Prisbok	
	Enkel standard		Høg standard			
	[kr/m ²]		[kr/m ²]			
Entreprisekostnad	11 709,-	100 %	17 137,-	100 %	17 688,-	100 %
VVS-anlegg	1 716,-	15 %	3 715,-	22 %	2 620,-	15 %
Vassbøren varme	446,-	4 %	680,-	4 %	697,-	4 %
El. varme	94,-		151,- (Normal std)		16,-	

Tabell 3 Samanfatta kostnadsdata for Holtes kalkulasjonsnøkkel og Norsk prisbok AS. Andel av entreprisekostnad merka med raud tekst. (Holte Byggsafe, 2012) (Norconsult informasjonssystemer, 2012)

Viktige føresetnader for kostnadstala i Tabell 3:

- **Holtes kalkulasjonsnøkkel** (Holte Byggsafe, 2012):
 - Frittstående kontorbygg på 2500 m²
 - Entreprisekostnad (post 1-7) i samsvar med NS 3453
 - Enkel standard
 - Fjernvarme-sentral (abonnentsentral)
 - Synlige røyrføringar
 - Ein radiatorkurs per hovudfasade
 - Termostatventilar på radiator
 - Varmekurs til ventilasjonsbatteri
 - El.varme: kursopplegg til panelomnar med termostater
 - Høg standard
 - Alternative energikjelder
 - Skjulte røyrføringar
 - Ein radiatorkurs per hovudfasade
 - Motorstyrte radiatorventilar
 - Varmekurs til ventilasjonsbatteri
 - El.varme: kursopplegg til omnar med temperaturstyring på romnivå

- **Norsk Prisbok:**
 - Kontorbygg utan kjeller på 15 000 m²
 - Entreprisekostnad i samsvar med NS 3453 post 1-7
 - Inkl. leidningsnett, armatur, utstyr og isolasjon
 - Fjernvarmesentral
 - Synlige røyrføringar
 - Radiatoranlegg
 - Termostatventilar på radiator
 - Inkl. varmekurs til ventilasjon og tappevatn

Som ein ser av Tabell 3 ligg kostnadsstatistikken for dei to oppslagsverka i same område for VVS-anlegga, medan det for el.varme er stor skilnad. Det er verdt å merke seg at VBV-anlegget ligg på 4 % av entreprisekostnad, uavhengig av standard. Etersom desse kostnadstala er inkl. varmesentral er dei ikkje direkte samanliknbare med Prognosesenterets kartlegging. Ein ser likevel at Prognosesenterets springande tal er noko høge, ettersom dei ikkje inkluderar varmesentral eller varmekurs til ventilasjon, noko som er inkludert i Holtes kalkulasjonsnøkkel.

2.3.3.2 Tommelfingerreglar og erfaringstal

Frå rådgjevarbransjen eksisterer det nokre kjente tommelfingerreglar for kostnadsnivå i varmeanlegg:

VVS-anlegg

- VVS - anlegget utgjer ca. 10-20 % av total entreprisekostnad
- VBV-anlegget utgjer 20-25 % av VVS-teknisk kostnader (dvs. 2-2,5 % av totalentreprise)
- VBV-anlegg, eksklusiv varmesentral, ca. 700 kr/m²
- Planlegging og prosjektering; 10 % av VVS-teknisk entreprisekostnad

El. varme

- Elektroanlegget utgjør typisk 10-20 % av total entreprisekostnad. Varierer med bygningstype.
- El.varmeanlegget utgjør typisk 5-10 % av elektroteknisk entreprisekostnad. Varierer med bygningstype.

Frå entreprenør

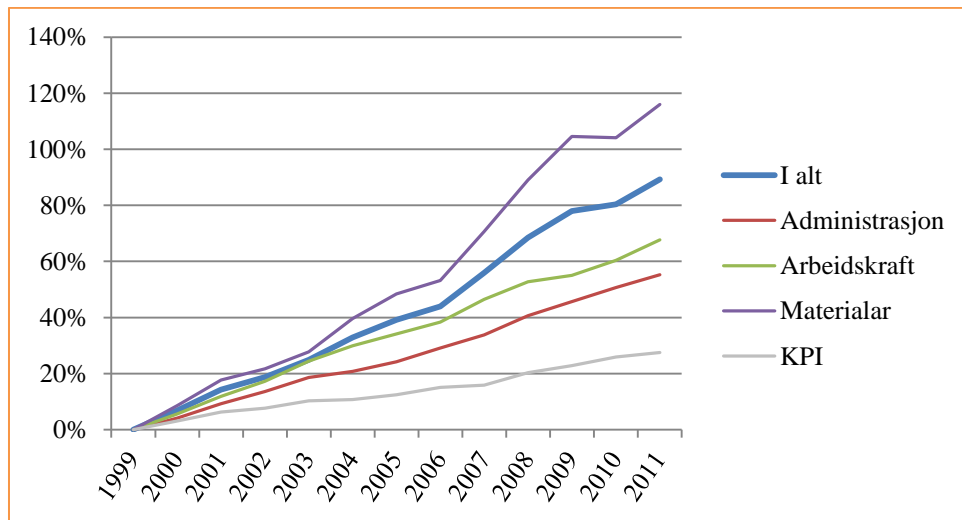
- Typisk fordeling i VBV- og el.varme-anlegg:
 - 40 % materiell
 - 60 % arbeidskostnader

Desse nøkkeltala gjeld for yrkesbygg utan nærare tilknytning til bygningskategori. Tala blir nytta til overslag. Det er likevel verdt å merke seg at tala ligg i same området som me kjenner frå Kostnadsstudien og kalkulasjonsnøklane. Også nøkkeltala frå entreprenørane ligg i same området som SSB's statistikk, som angir omtrentleg fordeling på 50/50 % på hhv. materialkostnader og arbeids- og administrasjonskostnader.

2.3.4 Statistikk – kostnadsutvikling

Under statistikkområdet "30 Boligpris- og byggekostnadsindekser" tilbyr Statistisk Sentralbyrå statistisk materiale for blant anna byggekostnader forbundet med røyrleggjararbeid. Denne statistikken blir blant anna nytta av entreprenørar for indeksregulering av kontraherte tilbod.

Frå statistikken ser ein at perioden ifrå Prenøk's kunnskapsblad 10.1 kom ut i 1996 har det vore ei prisauke i samband med varmeinstallasjonar. Sidan 1999 og fram til 2011 har i fylje Statistisk sentralbyrå installasjonskostnadane i samband med varmeinstallasjonar basert på VBV stige med omlag 90 %. Denne kostnadsauken består av ei auke i materialkostnadar på 116 % og ei auke av administrasjonskostnader og arbeidskraftskostnader på hhv. 55 % og 68 %. Som *Figur 6* viser har materialkostnadane auka mest denne perioden, medan kostnader forbundet med installasjon til samanlikning er beskjeden. Konsumprisindeksen (KPI) har for same periode berre auka omlag 27 %. Varmeinstallasjonane har altså hatt ein markant kostnadsauke i forhold til det generelle kostnadsnivået på forbruksvarer i samfunnet. Ilag med reduksjon av dimensjonerande temperaturnivå, er dette ein faktor som også dreg opp kostnadar på anleggsdelar, som har hovudtyngda av kostnaden på materiell, som radiatordelen.



Figur 6 Kostnadsutvikling i samband med VBV-installasjonar. Grå kurve – konsumprisindeks (KPI) for same periode. (Statistisk sentralbyrå, 2008)

Føresetnader for statistikken

Det er verdt å presisere at Statistisk sentralbyrå sin statistikk baserar seg på at ein ikkje har ei utvikling i utforminga av VBV-system. Føresetnadane for statistikken baserar seg på eit vektingsunderlag som vart utarbeidd i 1998, og som er basert på 4 ulike kontor- og forretningsbygg i Oslo-området, oppført i perioden 1995-96. Prisauken baserar seg altså på prisauke som blir vekta etter underlaget, som er utarbeidd etter NS 3451 – "Bygningsdelstabell", og tek altså ikkje omsyn til utviklinga av konsept for oppvarming. Frå resultatata i prosjektrapporten "Analyse av forenkla vassborne varmedistribusjonssystem for bygningar" (Smedegård, 2011) veit ein at VBV-anlegg i dag har eit redusert omfang i forhold til tidligare, og ein kan derfor anta at den reelle prisutviklinga for VBV-installasjonar er noko dempa i forhold til denne statistikken.

2.3.5 Samanfating

Av det presenterte talunderlaget er det i alle tilfella kostnader som gjer grove tilnærmingar til totalkostnaden. Dette er ikkje uventa, då det er mange variablar som påverkar anleggskostnaden, og studiar rundt denne tradisjonelt ikkje har hatt noko akademisk status. Det er også felles for dei tala som er presentert her at dei ikkje gir noko god støtte for dei ulike val som blir gjort i designfase, utan at ein ser på føresetnadane. Som me veit har det vore ei endring i utføringa av VBV-system i forhold til tradisjonell utføring. Dette synest ikkje i desse kostnadstala. (Smedegård, 2012)

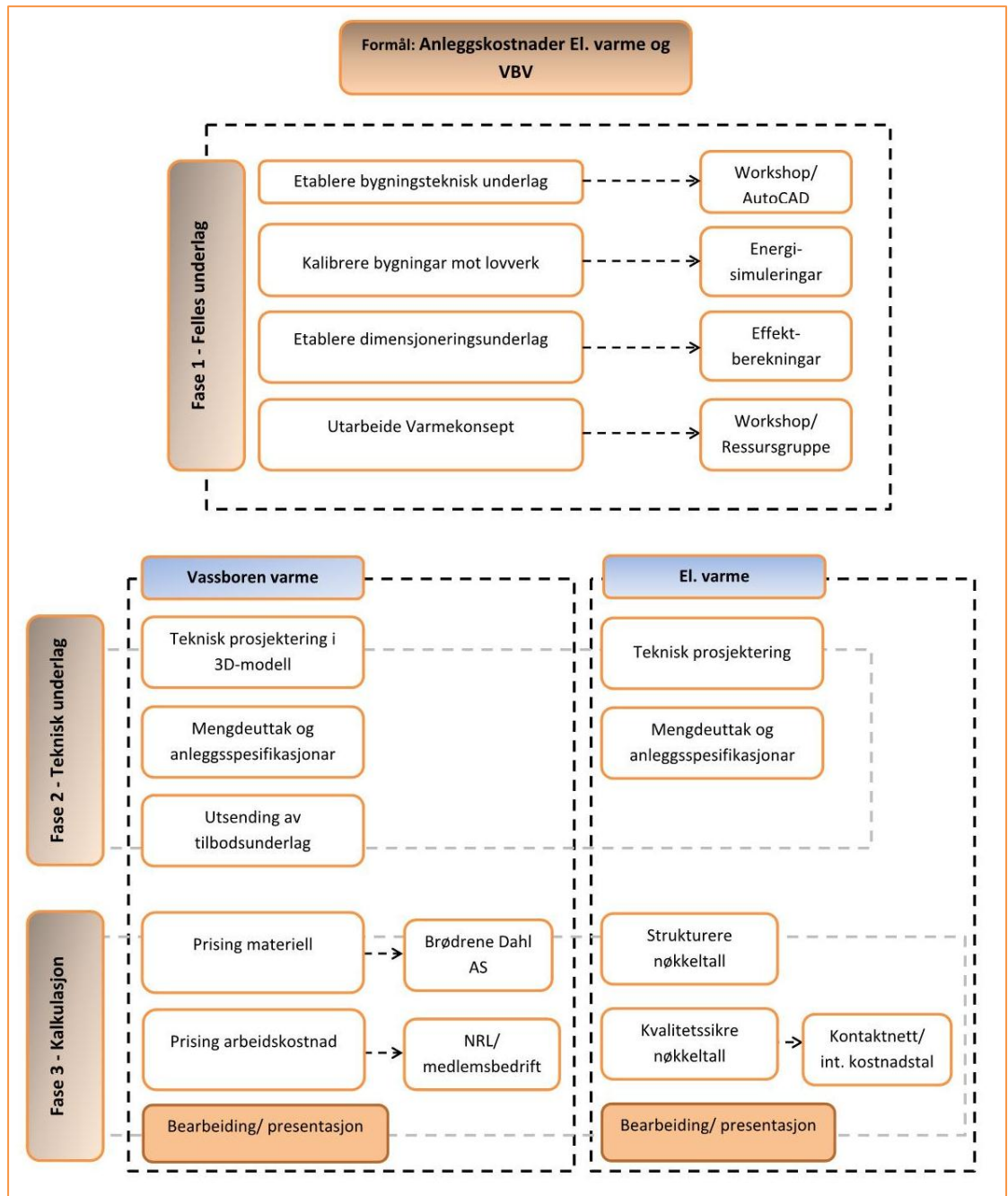
3 Metode

Gjennom Faktastudien er det kartlagt installasjonskostnader for varmeanlegg designa etter dagens- og framtidens byggestandard. Anlegg basert på elektrisitet og vassbøren varme (VBV) er vurdert, både opp mot kvarandre og mot seg sjølve. Rammene frå Enova SF, gjennom både oppdragsbeskriving og avklaringsmøter, dannar biletet av kva som inngår i kostnadane. *Figur 7* samanfatar rammer for Faktastudien med illustrert omfang:

Bygnings-type	1. Einebustad		2. Bustadblokk		3. Barnehage		4. Kontorbygg																
BRA	128 m ² - 2 etasjar		3240 m ² - 32 leil.		300 m ² - 2 avd.		3600 m ²		7200 m ²														
Byggjestd	TEK 10 PH		TEK 10 PH		TEK 10 PH		TEK 10 PH		TEK 10 PH		TEK 10 PH												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	El.varme	VBV	El.varme	VBV	El.varme	VBV	El.varme	VBV	El.varme	VBV	El.varme	VBV	El.varme fullfleks	VBV fullfleks	El.varme fullfleks	El.varme forenkla	VBV fullfleks	VBV forenkla	El.varme	VBV 60/50°C	VBV 80/70°C	El.varme	VBV 60/50°C

Figur 7 Rammer for Faktastudien med summert omfang for fire bygningstyper – einebustad, bustadblokk, barnehage og kontorbygg. PH=passivhus, VBV=vassbøren varme, BRA=bruksareal.

Som *Figur 7* illustrerer er det estimert 23 uavhengige anleggskostnader for ulike variantar av byggas varmeanlegg. Prosessen med å nå målet om å utarbeide nøkterne kostnadstal for desse 23 anlegga har vore delt inn i tre ulike hovudfasar. Strategien er illustrert i *Figur 8*.



Figur 8 Faktastudie "Kostnader for elektrisk og vassboren oppvarming" – prosjektprosessens ulike arbeidsfasar, med innhald og naudsynte ressursar.

Dei ulike fasane oppsummert:

› **Fase 1 – Etablere felles underlag**

Innleiande fase i prosjektet som var tungt vektlagt. Denne danna fundamentet for det vidare utarbeidinga av anleggskostnader der prosjektstrategi vart lagt gjennom workshop samt kontakt med bransjen vart etablert. Tverrfaglige oppgåver som utarbeiding av byggtknisk underlag, kalibrering mot lovverk, utarbeiding av varmekonsept m.m. vart også gjennomført her. Underlag blei forankra mot sentrale bransjeorganisasjonar som Norske Rørleggerbedrifters landsforening (NRL) og Norsk elvarmeforening.

› **Fase 2 – Etablere teknisk underlag**

Der fase 1 var tverrfagleg, var Fase 2 og 3 spesifikke fasar for hhv. VBV og el.varme. Formålet med denne fasen var å danne eit godt underlag for estimering av anleggskostnadane. Anlegga vart her prosjektert etter strategi lagt i Fase 1, og etter felles underlag som estimert effektbehov og varmekonsept. Nært tverrfagleg samarbeid med fokus på like rammevilkår undervegs.

› **Fase 3 – Prisfastsetjing og bearbeiding**

Fase for estimering av anleggskostnader der både interne og eksterne ressursar var sentrale. For estimering av anleggskostnad for VBV vart kalkulasjonen koordinert av NRL. For el.varme vart eksternt kontaktnett nytta, samt statistikk frå COWI's prosjektportefølje. Viktig del i denne fasen var kvalitetssikringa av kostnadsoverslaga, gjennomført av både interne og eksterne.

3.1 Eksempelbygga

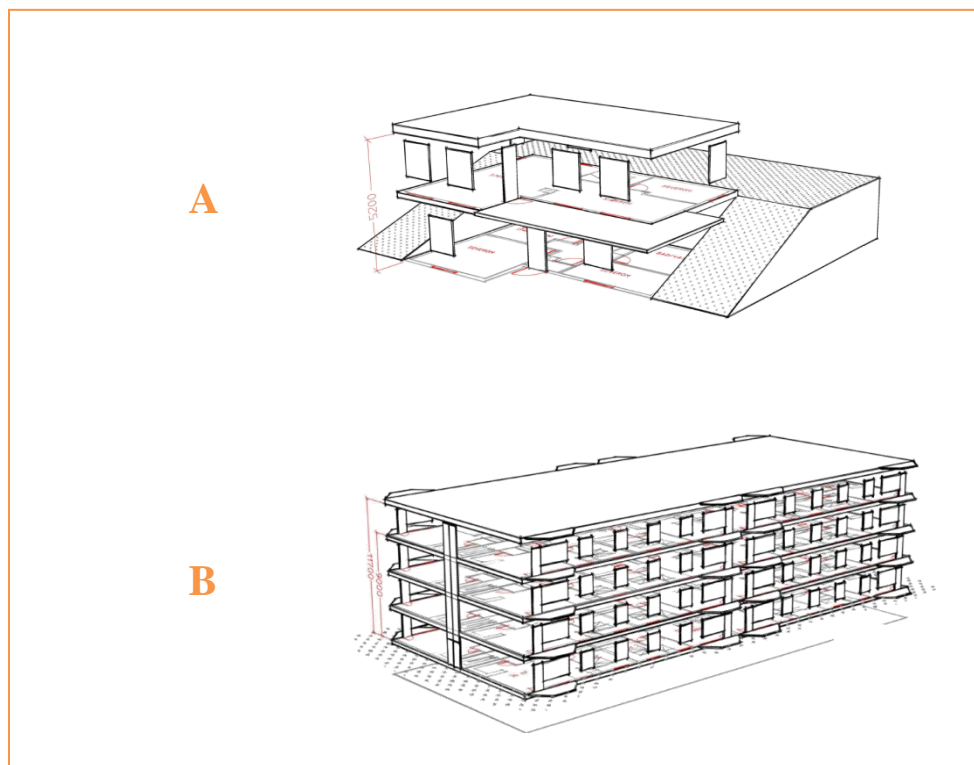
Underlaga er valt og utforma med fokus på nøkterne byggtkniske løysingar, for prosjektering av nøkterne varmeanlegg utan spesialtilpassa løysingar. Einebustad og Bustadblokk er henta frå Holte Byggsafe Kalkulasjonsnøkkel 2012, der både utforming og rominndeling er vurdert å vere etter dagens standard.

Einebustaden, i *Figur 9A*, har tre soverom, bod og er av enkel standard. Det er forutsatt trebjelkelag mellom kjeller og 1. etg. medan golv i kjeller er betongplate.

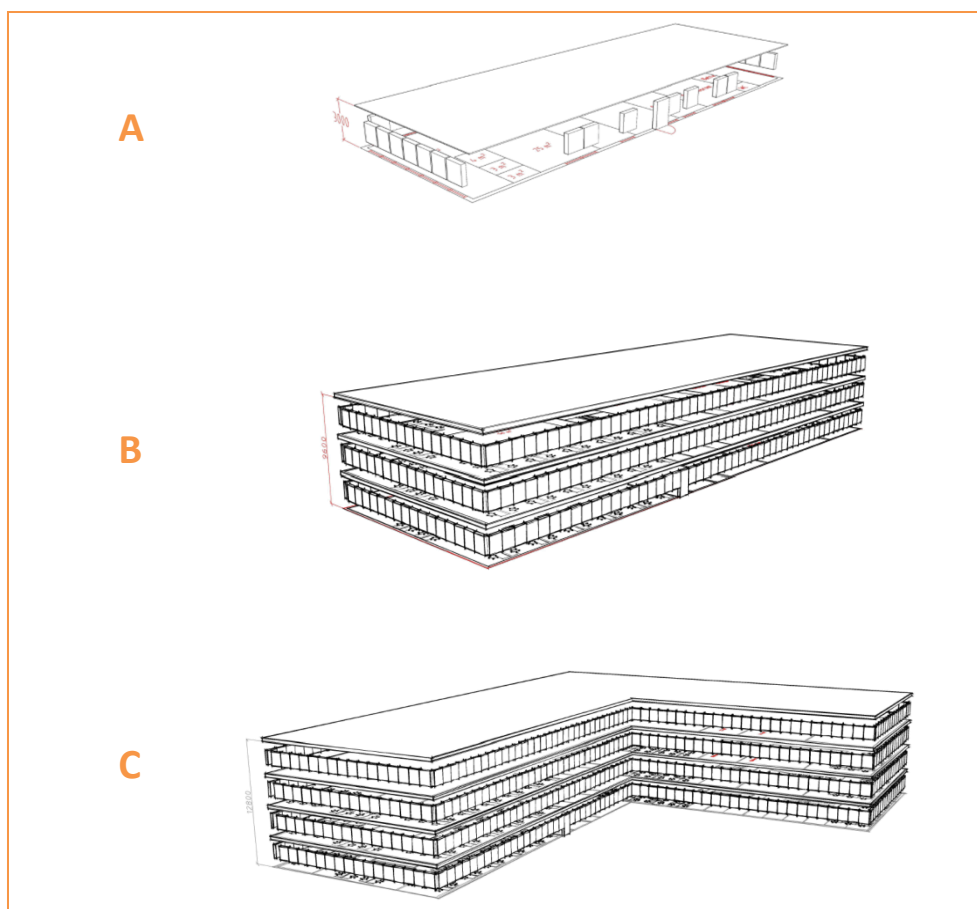
Bustadblokka, i *Figur 9B*, er ei konservativt utforma bustadblokk på 3240 m² BRA, fordelt på fire etg. Blokka består av totalt 32 identiske leilegheiter, der halvparten er spegelvende. Kvar eining er ei 3-roms leilegheit med eit bruksareal på 87 m².

Byggtkniske rammer for barnehage og kontorbygg er basert på eksempelbygg i SINTEF's Prosjektrapport 42 – "Kriterier for passivhus- og lavenergibygg – Yrkesbygg" (PR42) (Dokka, Klinski, Haase, & Mysen, 2009). *Barnehagen*, i *Figur 10A*, har eit bruksareal på 300 m², fordelt over to avdelingar på eitt plan. Avdelingane består av kjøkkenareal samt to leikerom og toalett/bøttekott. Fellesareal for begge avdelingane er stort fellesareal, kontor og bod/teknisk rom.

Kontorbygga i *Figur 10 B og C* er begge basert på same eksempelbygg. Bygga er konvensjonelt utforma med kontorlandskap, resepsjon, møterom og cellekontor. Kontorbygga har eit bruksareal (BRA) på hhv. 7200 m², over fire etg., og 3600 m² over tre etg.



Figur 9 3D-skisse av bustadblokk og einebustad. Basert på eksempelbygg frå Holtes kalkulasjonsnøkkel.



Figur 10 3D-skisse av bygg basert på eksempelbygg i PR42; A:barnehage, B/C: kontorbygg.

Planløsning for kontor-eksempelbygget i PR42 er vurdert som lite representativ for kontorbygg og oppfyller ikkje kravet til konvensjonell løysing. Ettersom dette er ei av dei viktige rammevilkåra ved utforminga av varmeanlegga er planløysinga endra mot ei løysing som er vurdert som representativ for kontorbygg i dag. Ny planløysing, som synt på *Figur 11*, inneheld i hovudsak ei fordeling av arealet mellom kontorlandskap, cellekontor, resepsjon og møterom.



Figur 11 Planløysingar for kontorbygg. PR42-løysing og ny løysing som nytta i prosjektet.

3.2 Effektbehov

Ei av dei sentrale rammene for anleggsinndelinga er byggas energibruk, dvs. kva energikonsept bygget er kontrahert og bygd etter, illustrert i *Figur 7*. Bakgrunnen for denne viktige inndelinga er samanhengen mellom energibruk og effektbehov, der sistnemnte er ei av varmeanleggets viktigaste dimensjoneringsparameter.

For uttak av nødvendig varmeeffekt for dimensjonering av varmeanlegget er bygga kalibrert mot gjeldande byggetekniske føreskrifter, TEK 10, NS 3700 (Standard Norge, 2010) og etter PR42 (Dokka et.al, 2009), lokalisert i Oslo. Kalibreringa er gjennomført gjennom energisimuleringar i *Simien*, der minstekrava i kvart tilfelle var utgangspunktet i forkant, med unntak av for einebustad der tiltaksmetoden er den vanlegaste vegen å gå mot godkjenning. For å oppnå rammekrava for dei enkelte bygga er dei ulike elementa justert etter samanfatning under:

Metode for oppfylging av krav

- > TEK 10
 - > Tiltaksmetoden, §14-3, for einebustad
 - > Rammekravsmetoden, §14-4, for øvrige bygg
- > NS 3700 og PR42 (SINTEF Byggforsk Prosjektrapport 42)
 - > Varmetapstal
 - > Oppvarmingsbehov
 - > Termiske minstekrav til byggkomponentar

Prioriteringsliste for oppfylning av rammekrav under §14-4 og PH-kriterium:

- › Minstekrav som utgangspunkt.
 - › TEK 10 §14-5, 1ste ledd
 - › PR42 kapittel 3, Tabell 8

- 1 **Tettleik** – Erfarne byggentreprenører byggjer tette bygg utan store ekstrakostnader.

- 2 **Varmegjenvinnar ventilasjon** – Ei stor utvikling av varmegjenvinnarane for ventilasjonsluft dei siste åra har gitt marknaden standardprodukt med temperaturverknadsgrad opp mot 85 %.

- 3 **Normalisert kuldebruverdi** – Med god prosjektering og utføring der fokuset ligg over detaljane; plassering av søyler og bjelkar, dekkeforkantar, utkraga balkongar, hjørneløysingar, innfesting av vindauga og overgang til terreng – kan ein nær eliminere kuldebruene utan stor ekstrakostnad.

- 4 **U-verdi vindauge/dør** – Marknaden for vindauga har hatt ei stor utvikling dei siste åra der U-verdiar under $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ er blitt hyllevare.

- 5 **U-verdi vegg/tak/golv** – Tradisjonelt har dette vore løyst ved å auke isolasjonstjukkuleik som vert nytta, men ein ser i dag at nye produkt (eks. isolasjon med lågare lamdaverdi) og nye konstruksjonar, som reduserer veggtykkelsen og materialbruken, er på veg inn på marknaden. Sjølv om ein på sikt vil kunne redusere totalkostnaden ved å nytte desse produkta, medfører ein reduksjon av U-verdi i dag ei kostnadsauke.

Med utgangspunkt i oppsummert strategi er bygningane kalibrert mot dei to energikonsept. Relevante utgangsdata i denne prosessen er bygningsdelanes termiske eigenskapar som dannar settet med inn-data i dei statiske berekningane for dimensjonerande effektbehov. Ved denne estimeringa er dimensjonerande utetemperatur (DUT) ein storleik som er blitt belyst undervegs. Spørsmål som i kva grad denne er relevant for eksempelvis tunge bygg av energieffektiv standard er komme opp. Med formålet om å utarbeide eit sett med kostnader, der tilsnittet skal vere gjengse løysingar utan stor grad av spesialtilpassingar, er det valt å bruke tradisjonell DUT, som utgangspunkt i effektberekningane. Men som ein har sett i tidligare arbeid (Smedegård, 2012) så kan denne variere stort på tvers av bygningens tyngd og byggjestandard, altså tidskonstant.

Resultat frå statiske berekningar av bygninganes dimensjonerande effektbehov ved $DUT_{3\text{dgn}} = -20^\circ\text{C}$, tilsvarande eksempelvis Oslo (-20°C) eller Trondheim (-19°C), er samanfatta i *Tabell 4*. Ein ser at med unntak av bustadblokk, så ligg alle bygg på om lag 30 W/m^2 for TEK 10 og på om lag 15 W/m^2 for Passivhus. For TEK 10 - Bustadblokk er det berekna eit effektbehov på om lag 20 W/m^2 , mot eit totalt berekna energibehov på om lag 110 kWh/m^2 , mot kravet på 115 kWh/m^2 . Dette er oppnådd med berre små justeringar frå minstekrava under § 14-5 i TEK 10. Bakgrunnen til dette er blant anna lite vindaugareal i bustadblokker, lita ytterflate (vegg/tak/golv) i forhold til oppvarma BRA og låg personbelastning (som gir liten ventilert luftmengde pr. m^2).

		Spesifikt effektbehov		Absolutt effektbehov	
		Romoppv.	Ventilasjon	Romoppv.	Ventilasjon
Einebustad	TEK 10	30 W/m ²	5 W/m ²	3,8 kW	0,6 kW
	Passivhus	18 W/m ²	2 W/m ²	2,2 kW	0,3 kW
Bustadblokk	TEK 10	22 W/m ²	7 W/m ²	68 kW	22 kW
	Passivhus	12 W/m ²	4 W/m ²	37 kW	12 kW
Barnehage	TEK 10	33 W/m ²	23 W/m ²	10 kW	7 kW
	Passivhus	18 W/m ²	10 W/m ²	5,4 kW	3 kW
Kontorbygg 3600 m²	TEK 10	31 W/m ²	27 W/m ²	112 kW	97 kW
	Passivhus	15 W/m ²	10 W/m ²	54 kW	36 kW
Kontorbygg 7200 m²	TEK 10	29 W/m ²	27 W/m ²	210 kW	194 kW
	Passivhus	14 W/m ²	15 W/m ²	101 kW	108 kW

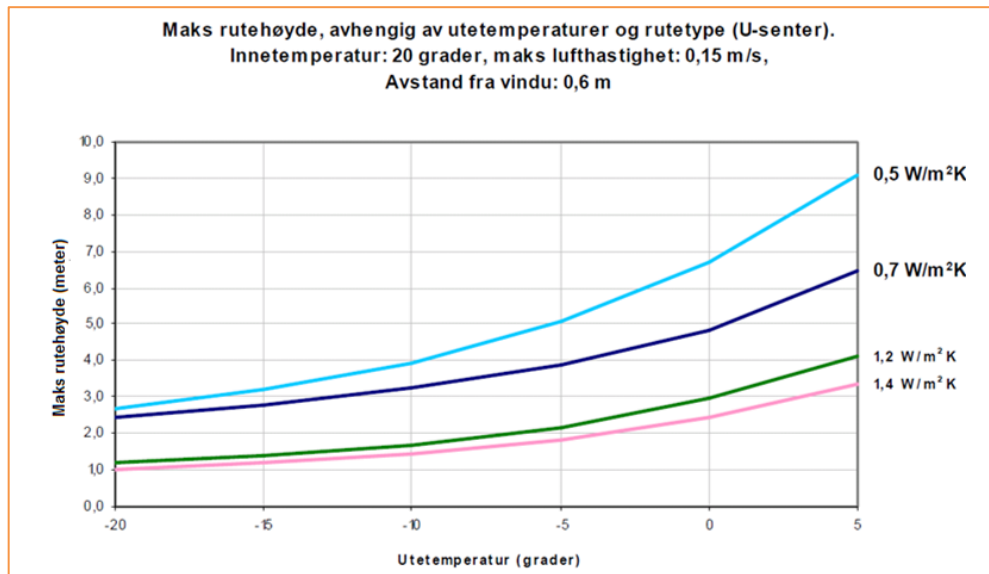
Tabell 4 Eksempelbyggas spesifikke- og absolutte effektbehov for romoppvarming (Romoppv.) og oppvarming av ventilasjonsluft (Ventilasjon).

Ettersom verdiane i Tabell 4 er basert på regionar med DUT = -20°C (og årsmiddel over 6,3°C for passivhus) vil effektbehovet variere på tvers av landet. Då effektbehovet er proporsjonalt med temperatur-skilnaden mellom inne og ute, der DUT for ulike klimasoner i Noreg i all hovudsak ligg innanfor intervallet -10°C til -30°C, vil dimensjonerande effekt variere med om lag ± 25 % ut frå verdiar gitt i Tabell 4. Kostnadane som er presentert seinare i rapporten er basert på anlegg dimensjonert med varmeeffektar gitt i Tabell 4, med klassifiseringa TEK 10 og Passivhus. Anleggseffekts påverknad på anleggskostnad er diskutert til slutt.

3.3 Funksjon, varmekonsept og tekniske løysingar

3.3.1 Krav – inneklima

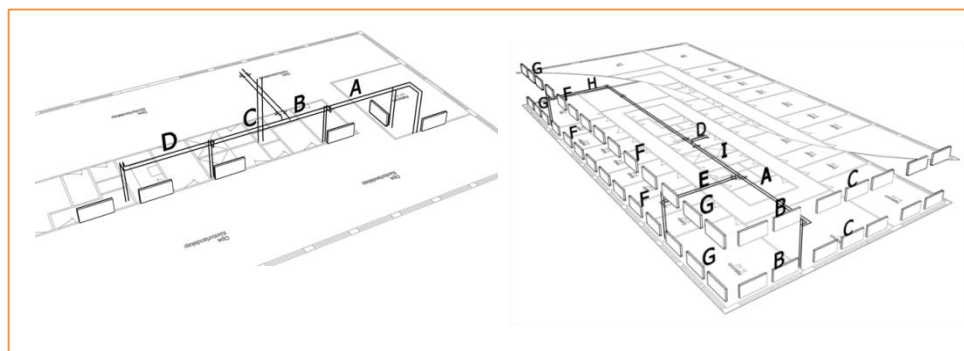
Tidligere har klimaskjermens termiske eigenskaper vore avgjerande for utforminga av varmekonseptet, då det å hindre kaldras frå vindauga tradisjonelt har vore ei av varmeanleggets viktigaste oppgåver. Gjennom ei stadig betring av klimaskjermens termiske kvalitet er ikkje dette alltid naudsynt. Som ein ser av Figur 12 vil behovet for kaldrassikring for eit vindaug med H=1,4 m fråfalle ved ein U-verdi på om lag 1,0 W/m²K (ved T_{ute} -20°C). Dette med grenseverdiane til Arbeidstilsynets rapport 444, "Klima og luftkvalitet på arbeidsplassen", lagt til grunn.



Figur 12 Maksimal høgd på vindauge som funksjon av utetemperatur og U-verdi for å unngå kaldras (Dokka & Amdahl, 2008).

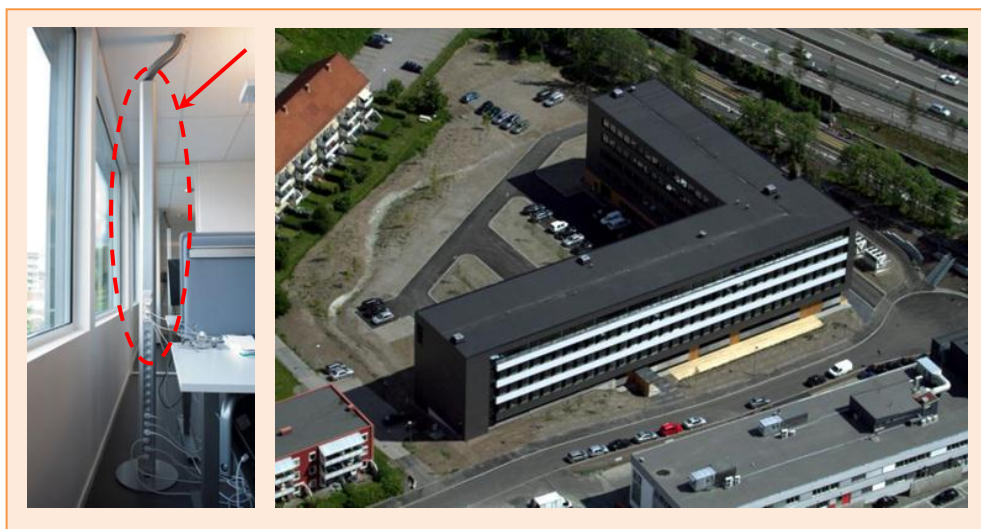
3.3.2 Krav – innreiingsfleksibilitet

I tillegg til kravet til termisk inneklimate er også kravet til bygningens innreiingsfleksibilitet sentral for kontorbygg. For anleggets kostnad er graden av innreiingsfleksibilitet, og korleis denne blir løyst, ei viktig avgjersle for anleggets omfang og kostnad. Figur 13 illustrerar korleis krav til innreiingsfleksibilitet kan påverke anleggsomfanget. Det er verdt å merke seg at innreiingsfleksibiliteten kan ivaretakast på fleire måtar, der både design og kjennskap til marknadsens komponentutval er sentrale element. Så lenge dimensjonerande vassmengd og trykk er tilgjengelege til aktuell soner/etasjar, treng ikkje ombygginga vere av omfattande og kostnadsdrivande art. Ein kan med andre ord tilfredstille krav til innreiingsfleksibilitet med god planlegging av anlegg og distribusjonsnett, og ikkje nødvendigvis med eit stort volum av varmeelement.



Figur 13 Endring av innreiingsfleksibilitet i kontorbygg påverkar omfang og kostnad i stor grad (Smedegård, 2012).

For el.varmen gjeld same prinsipp. Men ettersom el.varme-anlegget av natur er fleksibelt, er dette ikkje aktuell problemstilling. I bygningar med el.varme-anlegg kan ein enkelt ominnreie planløysinga utan store inngrep. Ein kan også nemne at ved ei betring av byggjestandard aukar el.varme-anleggets si fleksibilitet, då varmeelementas naudsynte storleik går ned. Gode eksempel på fleksible el.varmeløysingar har ein for eksempel i GK's nybygg på Ryen. Dette bygget si varmeløysing illustrerer el.varme-anleggets fleksibilitet på ein god måte. Her blir det nytta 200 watts varmeelement integrert i kabelføringstavane frå kontorplass til tak. Desse er plasseringsfleksible, og kan fritt flyttast i lokalet ved endring av innreiingsstruktur. *Figur 14* syner løysingens utforming.

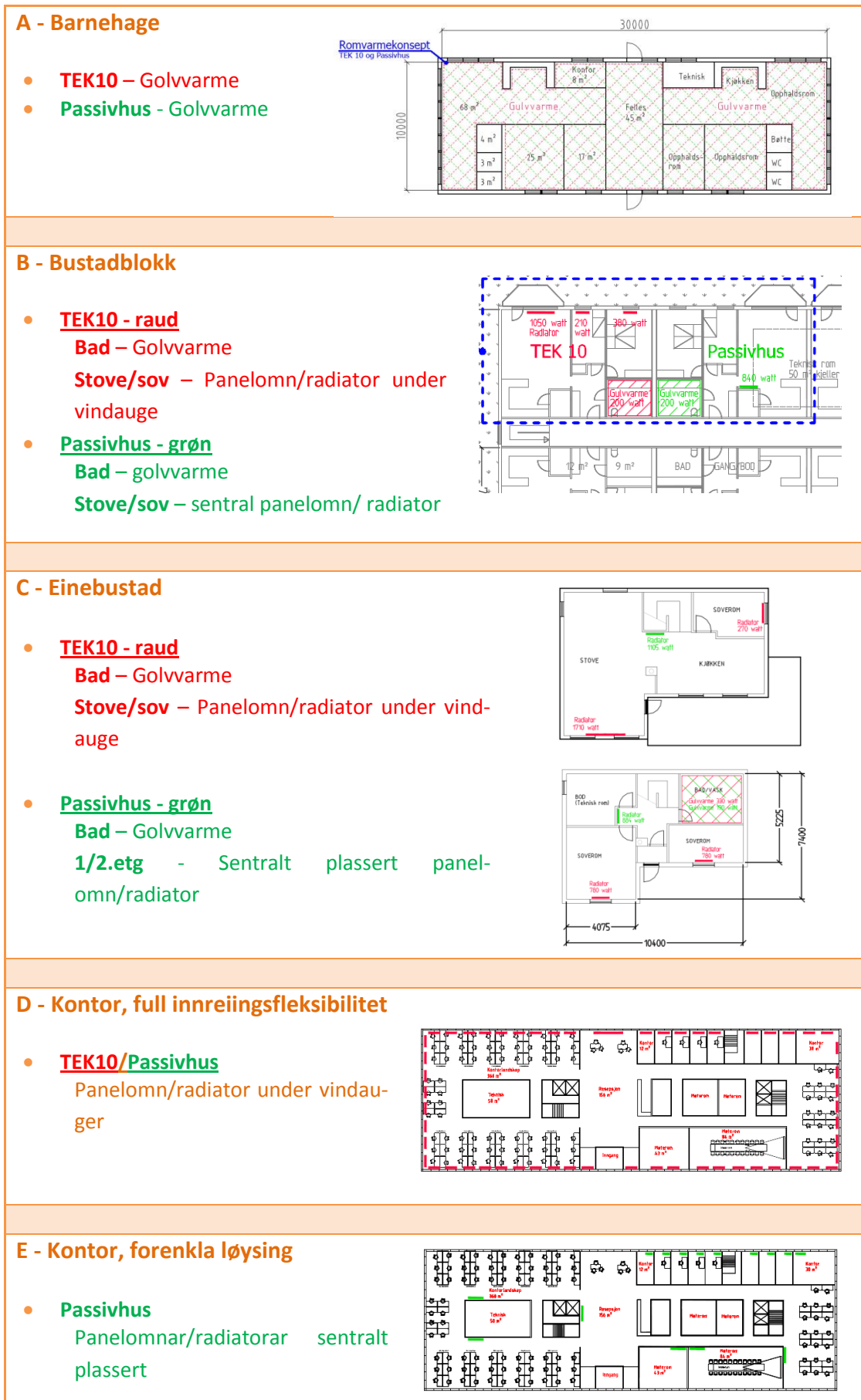


Figur 14 El.varme-anleggets fleksibilitet vert demonstrert på ein god måte ved Gunnar Karlssens nybygg på Ryen. Her nyttas lokale el.varmeelement som varmeanleggets spisslast (GK,2012).

3.3.3 Varmekonsept

Gjennom eit felles konseptunderlag for romoppvarminga er grunnlaget for samanliknbare kostnader etablert. Både el.varme og VBV er utforma etter eit sett med førehandsdefinerte konsept, som illustrert i *Figur 15*. Utforminga av systema er valt ut frå kombinasjonen av dagens praksis og "beste praksis", dvs. at anleggas struktur er gode konvensjonelle konsept som ikkje stikk seg vesentlig ut ifht. dagens praksis (Smedegård, 2012). For nokre av bygga er det også vurdert forenkla konsept som går utanfor dagens praksis, men som for bygg med høg byggjestandard vil kunne oppretthalde godt termisk inneklima.

Anlegga er dimensjonert og planlagt etter utjamna effektbehov W/m^2 , dvs. totalt effektbehov for bygningen fordelt på BRA. Dette spesifikke effektbehovet er nytta ved uttak av dei enkelte sonenes effektbehov, uavhengig av etasje. Dette er ei forenkling som er vurdert å ha marginal påverknad på anleggskostnad, der ein ved reell prosjektering av varmeanlegg må tilpasse varmeavgjevaranes varmeeffekt til respektive rom/soners effektbehov.

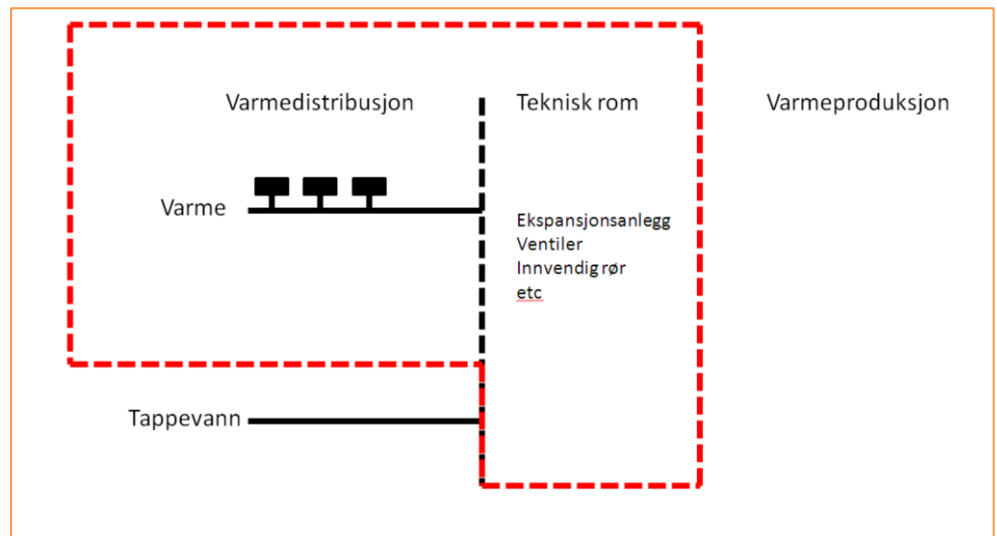


Figur 15 Oversikt over varmekonsept. Røde element: TEK10; Grøne element: Passivhus.

3.3.4 Rammer

3.3.4.1 Vassboren varme

Overordna grensesnitt anlegga er illustrert i *Figur 16*. Som ein ser av figuren, henta frå Enovas konkurransegrunnlag for aktuelt tiltak, inngår alt utstyr forbundet med romvarme inn i anleggskostnad, eksklusiv varmeproduksjonen og oppvarming av tappevatn. Her inngår også varmebehov forbundet med ventilering av bygningen, med unntak for einebustad der kun romvarmeanlegget inngår.



Figur 16 Overordna grensesnitt for varmeanlegget. Henta frå Enovas konkurranseunderlag.

Datasettet med kostnader er basert på anlegg i fiktive bygningar der grensesnittet er klårt, men omfattande teikna. Kostnadane forbundet med VBV-anlegget gjeld innanfor fyljande avgrensingar:

Romvarme

- › Radiatorar/golvvarme; ref. *Figur 15*
- › 10 K – Dimensjonerande temperaturdifferanse radiatorar. Redusert mot tradisjonelt nytta 20 K, då dette gir problematisk småe vassmengder med omsyn til hydraulisk regulering. 60/50°C for alle bygga, 80/70°C for eitt.

Ventilasjonsvarme

- › Eksklusiv ventilasjons-batteri og -styring. Inklusiv tilkopling
- › Ventilasjonsaggregat plassert i teknisk rom
- › 20 K – Dimensjonerande temperaturdifferanse

Teknisk rom

- › Eksklusiv oppvarmingseining (varmekjelde), grunnlast og spisslast
- › Eksklusiv anlegg for oppvarming og distribusjon av tappevatn
- › Inklusiv pumpe-, sikkerheits- og rensesentral

Distribusjon

- › 2-røyr distribusjon med direkte retur
- › Synlige røyrføringar uisolerte

Styring

- › Termostatventilar på radiator
- › Mengderegulert anlegg, konstant trykk
- › Nattsinking av sett-temperatur sentralt på varmekjelde
- › Oppkobling mot SD-anlegg, inkl. tavle

El-forsyning

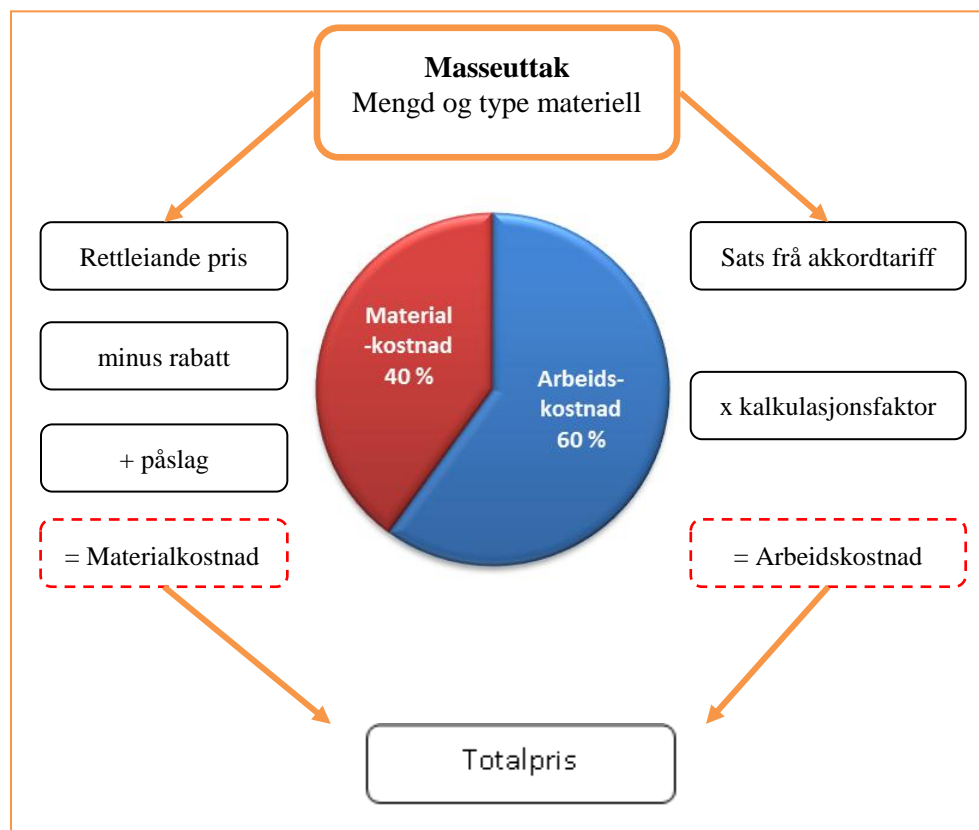
- › Inkl. El-forsyning av utstyr med el-spesifikt behov. Grensesnitt ved tavle

Kalkulasjon av anleggskostnad for VBV

I tidligere faktastudier (Prognosesenteret AS, 2009) innan aktuelt tema har ein sett at val av metode for kartlegging av kostnader er svært viktig om ein skal unngå springande resultat. Typisk kan ein seie at resultatet er svært sårbart ved direkte kontakt med aktørar i bransjen ved denne type studiar, dvs. ved innhenting av tilbudspris etter same modell som i konkurransesituasjon. Ein kan oppsummere viktige moment som påverkar resultatet:

- › Marknadssituasjon
- › Stressituasjon i bedrifta (mengde oppdrag)
- › Bruk av nøkkeltall

Ettersom metode for kalkulasjon av tilbudspris til kunde i røyrentreprenørbransjen er homogen, og ofte etter modell illustrert på *Figur 17*, kan ein estimere anleggskostnad for den situasjon ein ynskjer.



Figur 17 Tilbudsprisens oppbygning (Smedegård, 2012).

Ein ser på *Figur 17* at sjølve fundamentet for prisinga av anlegget er anleggets omfang og design, som blir bestemt i planleggingsfasen. Når dette viktige underlaget er utarbeidd, blir kostnaden avgjort av røyrleggjar-entreprenørane avtale med grossist samt nødvendig påslag for eigne faste utgifter og forhold som påverkar kalkulasjonsfaktor for arbeid. Oppbyggnaden til denne er kompleks og avheng av både byggtipe, spesielle forhold på byggjeplass, ventetid, transporttid, konkurranse-situasjon, bedriftas oppbyggnad og styring, sjukefråvær, vilkår på byggjeplass osv. Anleggsprisen for eit gitt prosjekt vil variere med anslagsvis $\pm 10\%$ over landet og ulike konkurransesituasjonar, ifht. kostnadsnivå i denne studien. Typisk ser ein at prisnivået i byane er høgre enn på landsbygda, der Oslo ligg høgst. Dette kjem av ovannemnte forhold, då spesielt kostnader til logistikk og transport, noko som viser seg hovudsakleg i arbeidskostnad. Ein kan også nemne at det i anbodskonkurransar ikkje er uvanleg at tilbodspris varierer med så mykje som 20% (Larmerud, 2012).

Kostnadane for VBV-systema i denne rapporten er basert på kostnader for stor røyr-entreprenør i anbodskonkurranse. I praksis er det vurdert at anleggskostnaden, som gitt i rapporten, kan variere med nemnte $\pm 10\%$ avhengig av geografisk plassering og konkurransesituasjon. Norske Rørleggerbedrifters Landsforening (NRL) har gjennom dette arbeidet vore ein sentral samarbeidspartner, både gjennom kvalitetssikring av konsept og kalkulasjon/estimering av anleggskostnad. NRL set på spisskompetanse innan priskalkulasjon, og er ein svært sentral aktør i bransjen.

Underlaga for prising er utarbeidd med støtte frå ressursgruppe i alle ledd. Vedlagt i rapporten finnes eit komplett eksempel på eitt av totalt 12 utarbeidde underlag for vassboren varme; "Kontorbygg 3600 m² TEK 10 Fullfleks", samt sentrale resultat og nøkkeltal for det aktuelle byggets energisimulering (**Vedlegg**).

3.3.4.2 *El.varme*

Ved elektrisk oppvarming får ein delvis eigne elektriske anlegg for varmeanlegget og delvis forsterkning av dei elektriske anlegga i forhold til om enn ikkje har elektrisk oppvarming. Dette vil variere litt for dei forskjellige bygningstypene, og flg. løysing er lagt til grunn for kostnadsberekningane:

- › Straumforsyning til alle bygga er 400/230 V TN-S.
- › Straumforsyning til einbustad, barnehage og leilegheiter vert ikkje forsterka som fylje av elektrisk oppvarming. Argument; FEL98 (Forskrifter for elektriske anlegg) om et hensiktsmessig anlegg. Hovudforsyning til bustadblokk og kontorbygg vert forsterka.
- › I alle el.varme-anlegga er det avsett dedikerte kursar til varme.
- › Varmeomnar med leidning og plugg i einbustad og bustadblokk.
- › For barnehage er det avsett dedikerte kursar til varmekablar.
- › For kontor er panelomnar fast tilkopla og 3-fase fordelt. Bakgrunn for dette er at ein bør ha kontroll med den enkeltes kurs belastning i denne type bygg.

Kostnadane forbundet med det elektriske varmeanlegget er delt i fyljande kostnadsdeler, etter bygningsdeltabellen:

1. Felleskostander

Posten inkluderer kostander for "Rigg og drift av byggeplass", hjelpearbeider, administrasjon etc.

4.1 Basisinstallasjonar for el.kraft

Her er kostnader for auka tilknytingsavgift som fylgje av auka effektbehov grunna el.varme medteke. Denne vil variere over landet, gjeldande for Trondheims-regionen.

4.2 Lågspent forsyning

Her er kostnader for forsterkning av straumforsyning, straumforsyning til varmebatteri og varmeomnar medteke.

4.5 El.varme

Her er kostnader for elektriske varmeomnar og elektriske varmekablar medteke.

5.6 Automatisering (styring)

Her er kostnader for styring av varmeanlegget medtatt; styrerelé, termostater, koplingsur og signalkablar.

For styring av el.varme er fyljande føresetnader lagt til grunn:

- › For alle bygningstypar, unntatt barnehagar, er det rekna med termostat på kvar panelomn, og termostat med golvfølar for varmekablar. Dermed kan kvar enkelt panelomn/varmekabel stilles individuelt til ynskt romtemperatur. I tillegg er det rekna med sentralt plasserte termostater som overstyrer varmekursane (senker temperaturen til innstilt nivå) ved signal frå tidsur.
- › For barnehagar er det rekna med elektrisk oppvarming ved bruk av varmekablar. Varmekablane vert regulert ved golvfølar og termostat i kvart rom. For senking av temperatur når barnehagen ikkje er i bruk er det rekna med at kvar termostat får signal frå tidsur som overstyrer standard innstilling og setter kvar termostat i nattsenkingsmodus.

Kalkulasjon av anleggskostnad for elektrisk oppvarming

Tilsvarande som skrivne i kapittel for VBV gjelder også for elektrisk varme. Også her påverkas konkurransesituasjon, geografisk plassering i landet lokalt og sentralt, bedriftas storleik, vilkår på byggeplass m.m., tilbudspris til kunde. Kostnadane har ei typisk oppbygging som illustrert i *Figur 17*.

Kostnadstallene som er nytta i rapporten er basert på:

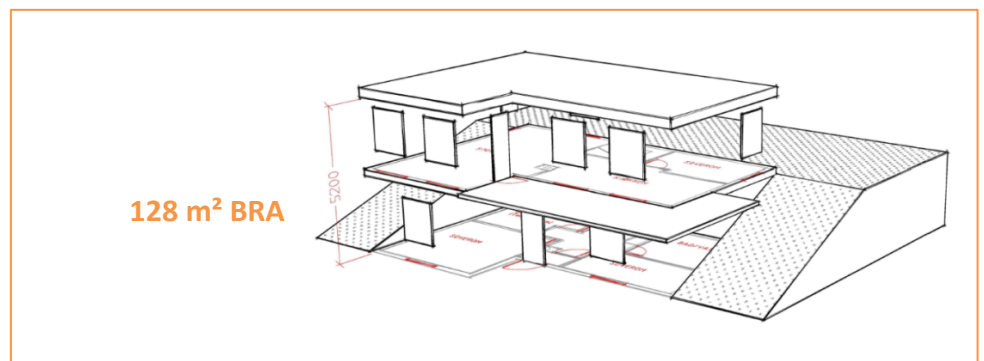
- › Erfaringstall frå prosjekt utført av COWI AS
- › Innhenting av prisar frå varmeleverandøren Adax som leverar eigne produkt, i tillegg til produkt frå Glamox og Norel.

4 Resultat

Gjennom beskrevet metodikk i førre kapittel er det innhenta prisar etter omfang gitt i *Figur 7*. Prisane er gjennomgått og analysert i dette kapittel, etter ein fase med kvalitetssikring i tre ledd. Presentasjonen av kostnadane er sortert etter bygningstype med samanfatning til slutt. Ettersom kalkyletall ofte er avgjerande for val av type varmelegg i tidlig fase er desse også samanfatta.

4.1 Einebustad

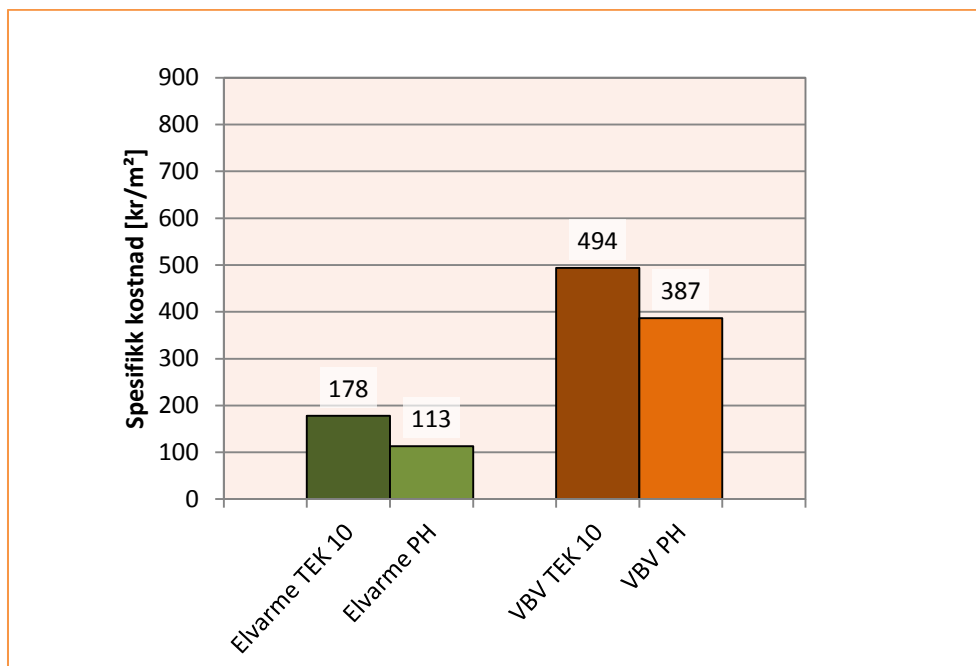
Som for dei øvrige eksempelbygga er også einebustaden eit konstruert og fiktivt bygg. Bygget, som illustrert på *Figur 18*, er basert på modellbygning i Holte kalkulasjonsnøkkel "Einebustad – skrått terreng". Bustaden har 128 m² BRA fordelt på 2 etg. der inngang, to soverom, bad og bod er lokalisert i kjellaretasje. Bod blir nytta til rom for teknisk installasjon som fordeling og ekspansjonssystem.



Figur 18 Einebustad – skisse av bustad i skrått terreng.

4.1.1 Kostnadstal

For einebustaden er det vurdert fire ulike varmelegg, to basert på vassboren varme (VBV) og to el.varme-anlegg, begge for hhv. TEK 10 (30 W/m²) og Passivhus-standard (18 W/m²). Varmeanlegga skil seg etter dei planlagde varmekonsepta gitt i kapittel 3 – "Metode", og omfanget skil seg derfor ein del. Som for løysingane i bustadblokkane er omfanget også her redusert ved passivhus-standard. Dette kjem tydelig fram av kostnadstala i *Figur 19*.



Figur 19 Einebustad – samanfatta kostnadstal for el.varmeanlegg og VBV. PH=passivhus, VBV=vassboren varme.

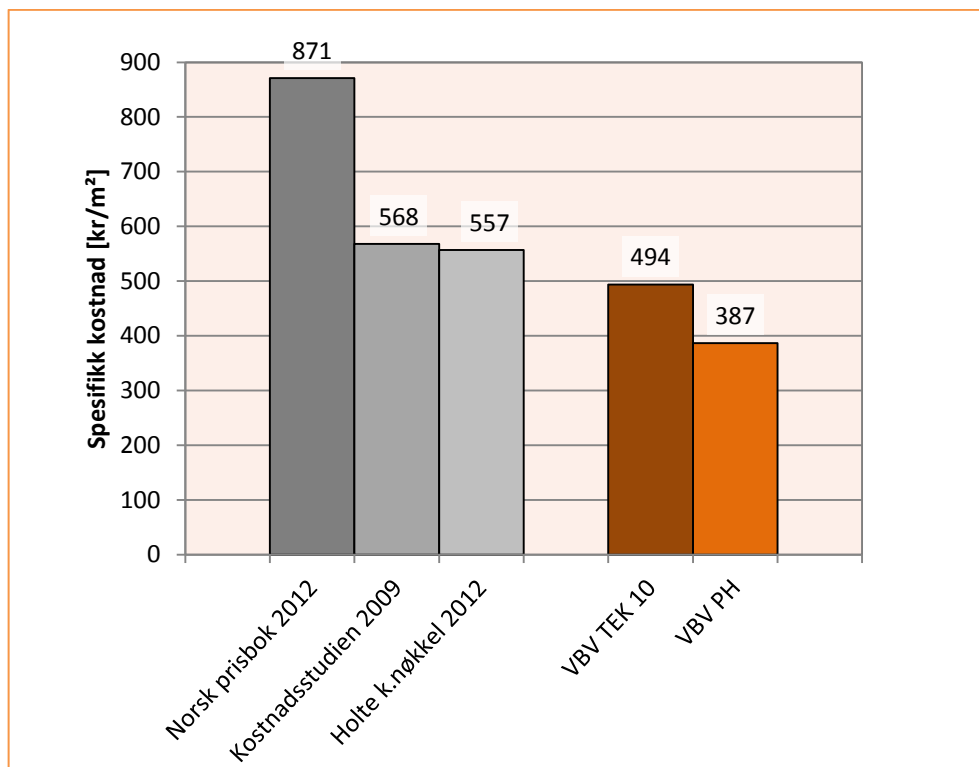
Som ein ser av *Figur 19* er det stort sprang mellom kostnader forbundet med VBV og el.varme. Dette er eit forventa utfall, både ut frå erfaringstal og kvalifiserte vurderingar. Bakgrunnen for den store forskjellen i kostnader skriv seg til el.varmeanleggets natur samt rimelige komponentar.

4.1.1.1 Vassboren varme

Ettersom utføring av røyrleggjararbeider i småhus kjem inn under tiltaksklasse 1¹ for ansvarlig utførande og prosjekterande, varierer kvaliteten på aktuelle aktørar i denne marknaden stort. Ansvarlig utførande, med sentral godkjenning for tiltaksklasse 1, treng berre sveinebrev med 2 års erfaring for å vere godkjent som ansvarlig utførande på denne typen anlegg. Dette betyr at det er eit stort mangfald av bedrifter som konkurrerer om desse prosjekta. Fleire aktørar er spesialiserte på denne typen anlegg og motsett der det i andre enden er føretak utan spesifikk erfaring, eller naudsynt kompetanse med varmeløysingar i moderne bustadar. Dette er ikkje bra for verken kunde eller VBV's ry. Både pris, kalkulasjon og kvalitet vil derfor variere mykje her. Utgangspunktet for kostnader i faktastudiens einebustad er også her profesjonell stor røyr-entreprenør med kompetanse på denne typen anlegg. Tilbudsunderlag er etter same lest som anlegga elles.

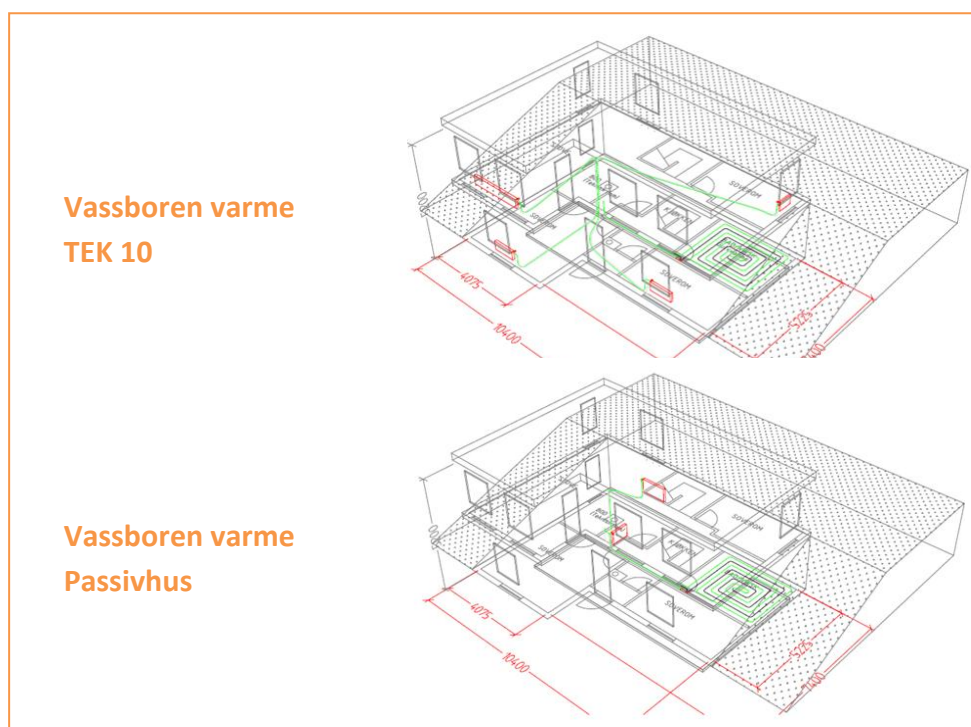
Figur 20 viser resultatattal frå Faktastudien samanlikna med kalkyletal samt relevant resultat frå Kostnadsstudien 2009. Anlegget som er prosjektert for TEK 10-bustaden samsvarar godt med oppsummerte tal.

¹ Føreskrift om byggesak - § 9 Godkjenning av føretak. Klassifisering av arbeidsoperasjonar etter kompleksitet og omfang for godkjenning av føretak.



Figur 20 Einebustad – samanfating av relevante kostnadstal mot Faktastudiens resultat. PH=passivhus, VBV=vassboren varme.

Differansen på 27 %, frå løysinga i passivhus til TEK 10, kan ein også her sjå i samanheng med både dimensjonerande effekt og anleggsomfang. Ein såg i Kapittel 3 –Metode at det var skilnad på sjølve varmekonseptet i bustaden, noko som gir stort utslag for anleggets omfang. Figur 21 syner illustrasjon av korleis VBV-anlegget er prosjektert i denne bygnaden.



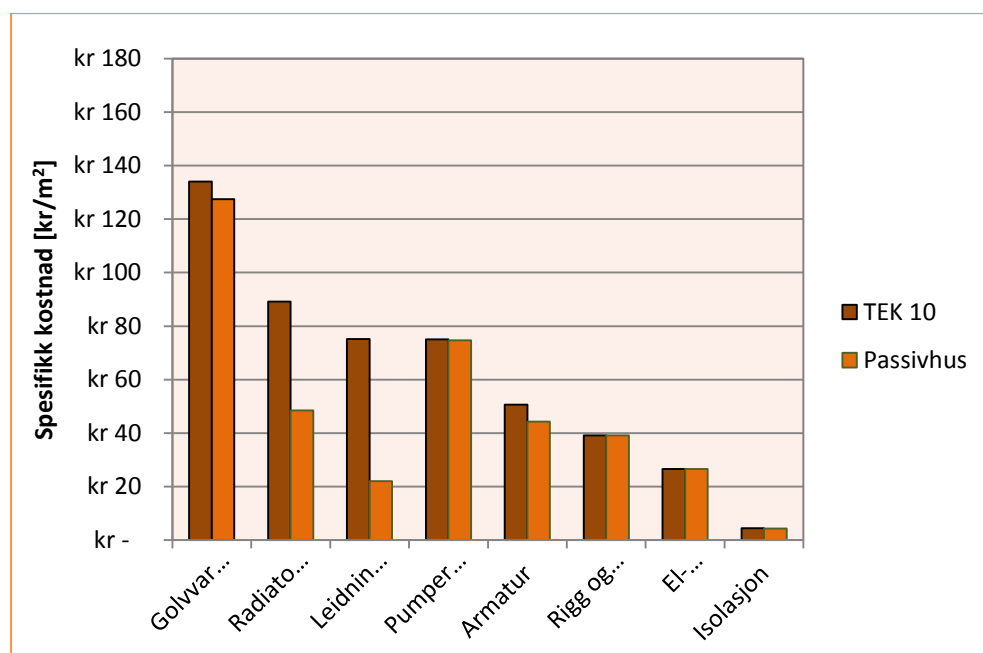
Figur 21 Einebustad – 3D-illustrasjonar av VBV-anleggas omfang. Golvvarme på bad for begge løysingane, elles radiatorar.

Begge løysingane er basert på same grunnprinsipp; golvvarme på bad og radiatorar elles. Koplingsleidningane til radiatorane er i begge tilfeller av preisolert røyr-i-røyr. Denne løysinga er rasjonell å montere og eignar seg godt til bustader med røyrføringar i grunn og i bjelkelag. Skissene på *Figur 21* syner at ved passivhus-løysinga blir røyrføringane i dette tilfellet svært kort, noko som ikkje alltid treng å vere tilfelle. Dette syner seg også på korleis kostnadsfordelinga på *Figur 22* varierar mellom dei to løysingane, der også radiatorkostnaden er redusert. Dette på grunn av redusert varmeeffekt og redusert omfang, dvs. at kvar radiator har eit større dekningsareal, noko som ein veit frå tidligare studiar verkar svært gunstig på denne kostnadsposten.

Løysinga i einebustaden er prosjektert med eit dimensjonerande temperaturnivå på 60 °C, dvs. at dette også er eit anlegg med to temperaturkrav, eitt til radiatorane og eitt til golvvarmen. I dette tilfellet er det valt å nytte prefabrikkert shunt-gruppe for golvvarmen på badet, då dette er mest nytta i dag. Dette valet medfører ein meir-kostnad på anlegget på om lag 50 kr/m² mot ei løysing med berre returtemperatur-avgrensar som er nytta i bustadblokka.

Ein ser også at kostnadsposten for armatur er høg på desse anlegga, samtidig som den er lite fleksibel. Dette kjem av at det er lagt inn tilval med *bruk av varmemåler* i den tekniske sentralen. Dette er eit tilval som er vurdert som svært viktig i driftinga av tekniske varmesentralar i moderne bygg i dag, og ein føresetnad for både energieffektiv drift over heile levetida. Dette gir brukaren mogelegheit for kontinuerlig funksjonskontroll i driftsfasen, noko som er viktig for å eventuelt avdekke uregelmessigheiter i drifta.

For denne type anlegg er det også verdt å nemne at sirkulasjonspumpa ofte er integrert i varmesentralen, ved for eksempel varmepumpe eller bio-anlegg. I desse tilfella vil denne kostnadsposten kunne reduserast med anslagsvis 35 kr/m².



Figur 22 Einebustad – kostnadsfordelinga i VBV for hhv. TEK 10 og Passivhus.

Anleggskomponentane på *Figur 22*, og i tilsvarande figurar seinare i kapittelet, består av:

- › **Golvvarme** – Golvvarmerøyr, komplett fordelingsstokk, tilhøyrande shuntgruppe, skap.
- › **Radiatorar** – Radiatorar, radiatorventilar, returkuplingar, termostathovud og oppheng
- › **Leidningsnett** - røyrnett inklusiv deler, klammer, hylser, dekkskiver, kapp og spill, oppfylling, trykkprøving og igangkøyring
- › **Pumper etc.** – Pumper inklusiv styring, konsoll og søyle, rensesentral, ekspansjonssystem inklusiv nødvendig utstyr som sikkerheitsventiler, mikrobobleutskiljar, grovfilter med differansetrykk-overvaking
- › **Isolasjon** – All isolasjon av røyrnettet inkl. arbeid. I anlegg med preisolert leidningsnett inngår isolasjon i kostnadsposten for leidningsnettet
- › **Armatyr** – Stenge-, regulerings- og differansetrykkventilar, måleinstrument

4.1.1.2 *El.varme*

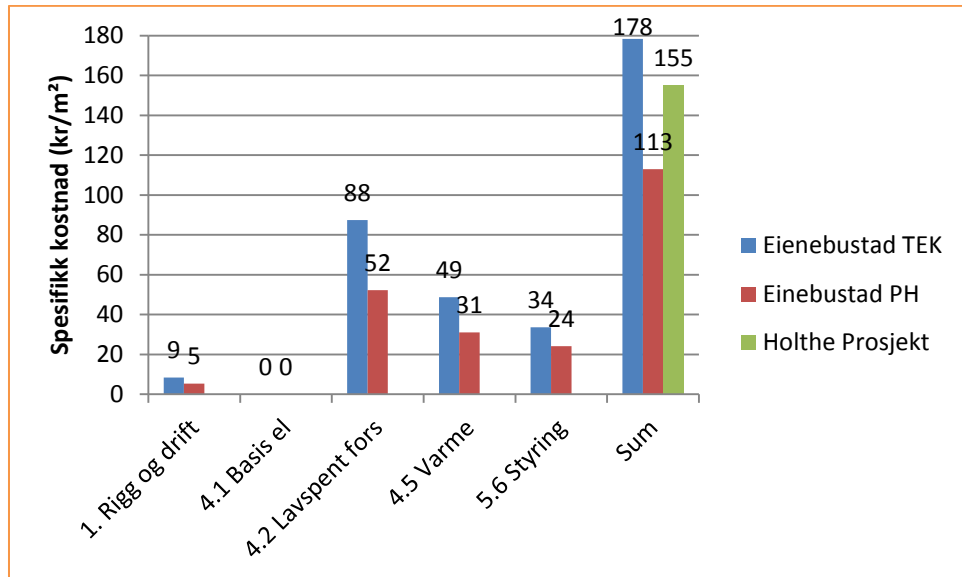
Også for einebustad er el.varme vesentlig billigare enn vassbøren varme (*Figur 19*). Årsaken er også her at mykje av grunninstallasjonen allereie er medteke i byggets el.anlegg slik at el.varme dermed berre medfører ei utviding av elektroinstallasjonen. For einebustad er det ei føresettt forsterkning av straumforsyninga til bustaden ved elektrisk oppvarming. Dette for å tilfredsstille FEL98 sitt krav om hensiktsmessig anlegg. Dermed blir basiskostnad (tilknytingsavgift) for el.varme her lik null.

For einebustad er prisene frå Holte Prosjekt meir i samsvar med Faktastudiens prisar for TEK løysing. Men også her er prisen for passivhus standard lågare enn prisen frå Holte Prosjekt.

Prisen frå Holte Prosjekt er for "normal standard".

Dei to største kostnadspostane er 4.2 "Lågspent forsyning" og 4.5 "El.varme". Men kostnadsposten 5.6 "Styring" er nå mykje større enn for kontor. Dette grunna meir individuell styring på romnivå. Dei tre kostnadspostane 4.2, 4.5 og 5.6 omfattar flg. anlegg:

- › Kursar til elomnar og varmekablar
- › El.omnar og varmekablar
- › Trådløs styring

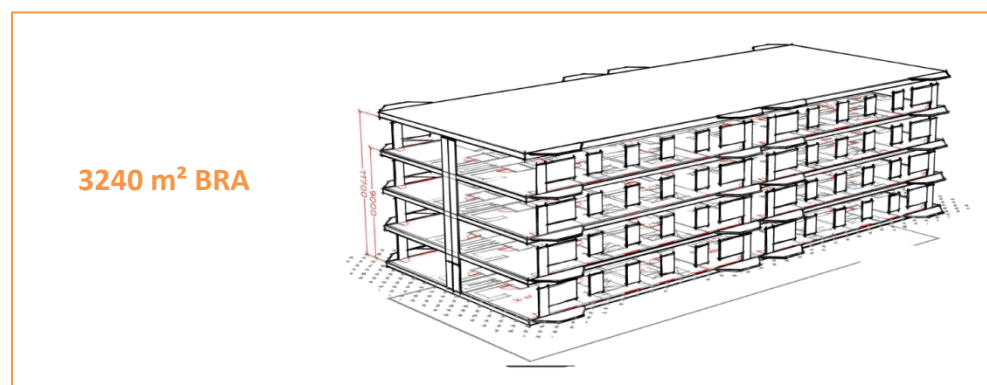


Figur 23 Eienebustad – kostnadstal for el.varme. TEK=TEK10, PH=Passivhus, Lavspent fors.= lavspent forsyning.

Også for eienebustad viser figuren at det er store kostnader å spare ved å endre konsept frå TEK 10 til passivhus. Ved passivhus-konsept vil innsparinga være om lag 35 %, frå TEK 10-konsept.

4.2 Bustadblokk

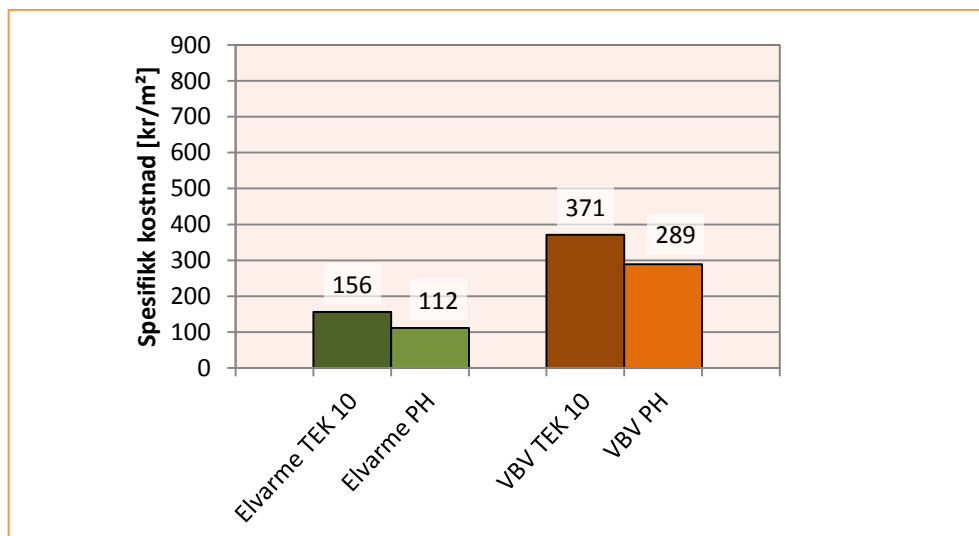
Bustadblokka, som er basert på modell i Holte kalkulasjonsnøkkel, består av i alt 32 leilegheiter med normalt bruksmønster etter det ein kan forvente for ei buening. Leilegheitene er på om lag 87 m² BRA og har identisk romdeling, der 16 stk. er spegelvendt. Blokka har vidare eit totalt bruksareal på 3240 m² ekskl. uoppvarma kjellerareal. Figur 24 illustrerar ytre fasade for bustadblokka.



Figur 24 Bustadblokk – 3D-illustrasjon med bygningstekniske rammer.

4.2.1 Kostnadstal

I studien har denne bygningstypen generert 4 ulike varmelegg med tilhøyrande kostnadstal. Figur 25 syner settet med kostnadstal differensiert mellom el.varme og vassboren varme, og byggjestandard.

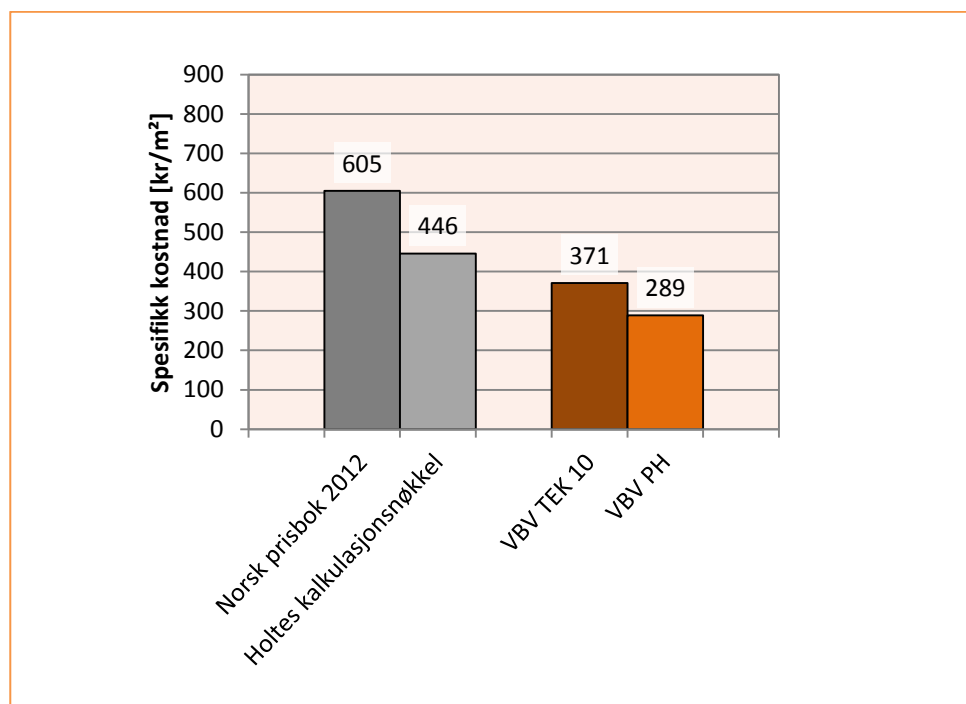


Figur 25 Bustadblokk – samanfatta kostnadstal for el.varme og VBV. PH=passivhus, VBV=vassboren varme.

Også for denne bygningstypen kjem el.varme-anlegga som forventa ut lågast, uavhengig av byggjstandard. Dette av same grunn som for einebustaden.

4.2.1.1 Vassboren varme

Sjølv om kostnadsdifferansen ned til el.varme-anlegga er stor er likevel anleggs-kostnaden for VBV også her låg, samanlikna med eksisterande kalkyletal. Figur 26 syner at kostnadane i denne studien ligg under både Holtes kalkulasjonsnøkkel og Norsk prisbok.



Figur 26 Bustadblokk – samanlikning av kostnadstal mot kalkyletal. PH=passivhus, VBV=vassboren varme.

Det er verdt å få med seg at også her er føresetnadane like, med unntak for at tala i Holte er beskriver med røyr-i-røyr-system til radiatorfordistribusjon. Det er heller ikkje spesifisert varmeløysing på bad for desse kalkyletala. Storleiken på bygga er nær identiske.

Kalkyletala er noko høge samanlikna med faktastudiens tal. Bakgrunnen for dette ligg i talas rammevilkår, der det i dette prosjektet har vore eit rigid fokus mot enkle løysingar utan overdimensjonering. Ein ser likevel at Holtes kalkulasjonsnøkkel er på linje med TEK 10-løysingens kostnad. Tala for Kostnadsstudien er ikkje med i denne figuren, då desse var svært springande. Ein kan oppsummere desse:

- › Radiatoranlegg: 238-664 kr/m²
- › Gulvvarmeanlegg: 276-704 kr/m²

Ein ser at kostnadane i faktastudien kjem innanfor intervalla i Kostnadsstudien. Systema er her berre definerte som reine system og er derfor ikkje direkte samanliknbare.

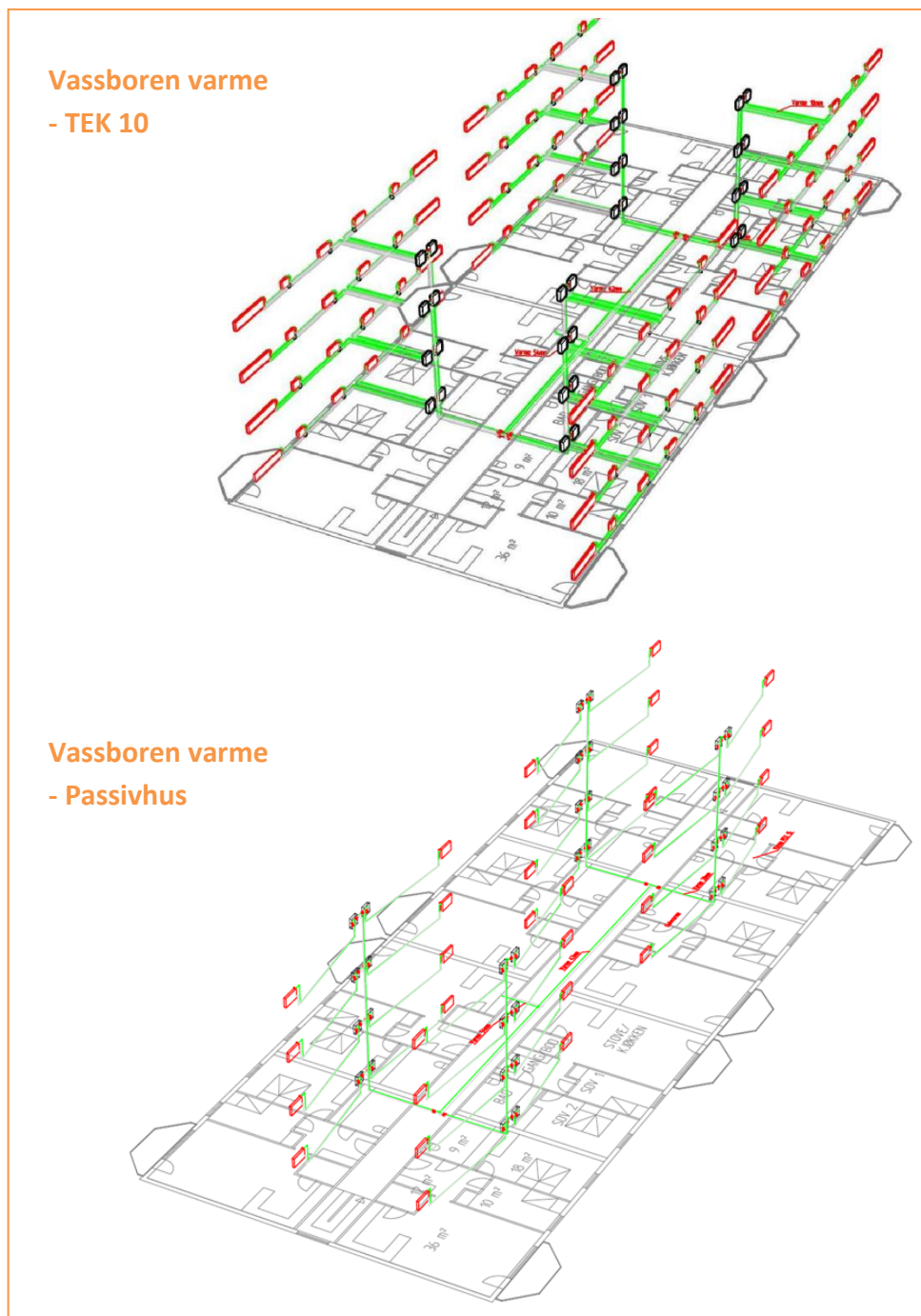
I tillegg til stort kostnadsprang mellom el.varme og VBV syner *Figur 26* at det også skil ein del mellom TEK 10 og Passivhus-løysingane. Anleggskostnad for varmeanlegget i TEK 10-blokka er 28 % høgre enn for blokka med passivhusstandard. Dette beror på både den forenkla varmeløysinga som er nytta i passivhus-leilegheitene samt den reduserte effekten. Som i førre kapittel er det valt å differensiere mellom dei to byggjstandardane på varmekonseptet, noko som gir utslag i anleggets omfang. Dette på grunn av at passivhusas innvendige overflate-temperatur på klimaskjerm, og byggets tettleik, ikkje gir utfordringar mot innklimaet. Ein derfor kan forenkla den tekniske varmeløysinga.

Som ein ser på kostnaden for varmeanlegget i passivhus gir dette valet ei betydelig kostnadsreduksjon. *Figur 27* syner korleis ulikt varmekonsept påverkar naudsynt omfang av distribusjonsnett i bygget. Begge løysingane her baserar seg på ei enkel løysing der kvar leilegheit har sentralt plassert fordelingskap som fordelar varme i leilegheita. Fordelarskapet inneheld armatur for regulering, varmemåler for individuell avlesing av varmeforbruk, samt fordelar.

Utfordringa med denne type varmekonsept, med fleire temperaturkrav i anlegget, er naudsynt komponentomfang forbundet med distribusjon av varmeberaren. Denne utfordringa kan løysast på fleire måtar, som alle har sine fordelar og ulemper.

Ein kan oppsummere dei ulike løysingane:

1. Åtskilt distribusjon av varmeberarar av ulike temperaturar frå varmesentral. Sentral temperaturregulering.
2. Distribusjon av høgtemperatur varmeberar med:
 - a. Lokal nedregulering av varmeberar
 - b. Bruk av isolerte golvvarmerøyr
 - c. Bruk av returtemperaturavgrensar for golvvarme



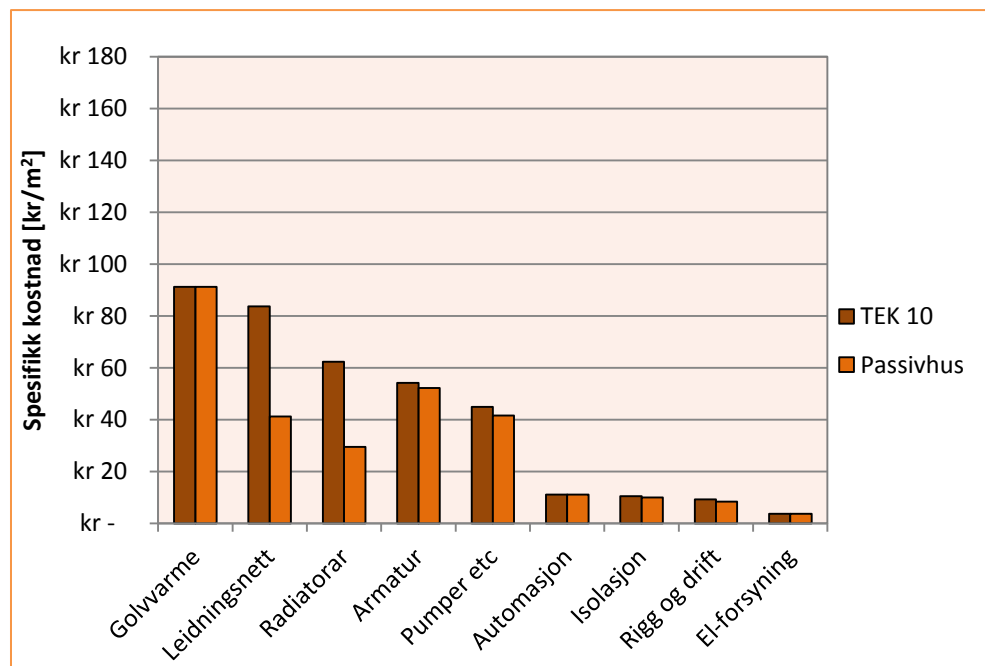
Figur 27 Bustadblokk – 3D-modell som syner ulikheiter i omfang for varmeløysingane.

Val av løysinga her er avgjerande for anleggets kostnad, og standard. Alternativ 1 og 2a kan betraktast som løysing av høg standard der temperaturnivået blir tilpassa golvvarmen ved shunt-kobling. Desse to alternativa er derimot kostbare og gir løysinga eit auka omfang. Omfanget kjem enten ved auka omfang av leidningsnett (Alternativ 1) då dette krev eigen varmekurs til golvvarmen, eller ved auka omfang av pumper og armatur då temperaturnivået blir regulert ned ute i bygget.

Dei to andre løysingane er av lågare standard der ein ved Alternativ 2b tilfører systemet termisk motstand og derfor kan nytte til høgtemperatur varme rett i golvet utan at golvets overflatetemperatur blir ubehageleg. Dette er ei løysing som blant anna er nytta i SINTEF's Prosjektrapport 39 (Wigenstad, 2009).

Alternativ 2c er eit alternativ der ein nyttar varme av høg temperatur, eks 40-60 °C til golvvarme, men ved regulering av returtemperaturen. Ved prosjektering av denne type varmeløysing må systemet sjåast i samanheng, ved at blant anna det må vere betonggolv og berre korte sløyfer. Prinsippet baserar seg på at ein tilfører ei lita vassmengd med høgtemperatur vatn inn i eit system med stor termisk varmelagringssevne (eks. betonggolv), der varme fordelar seg utan å gi ubehageleg overflatetemperatur. Løysinga er mykje nytta i dag, der ein blant anna kan nemne eksempel som alle bad på nye Thon hotell frå Trondheim og nordover samt bustadblokkene på Nedre Elvehavn i Trondheim. Denne løysinga, Alternativ 2c, er valt på bustadblokka i denne faktastudien.

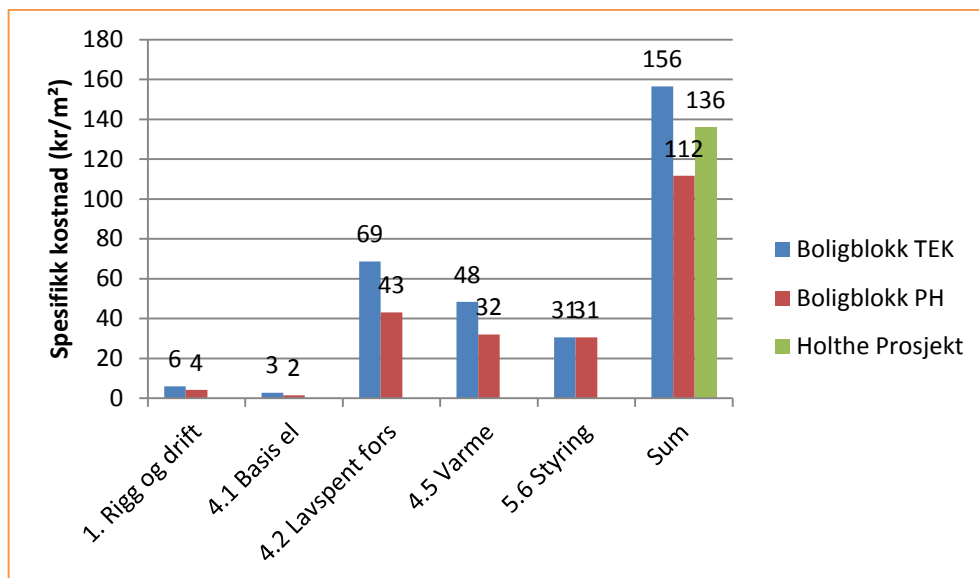
Figur 28 syner at løysingane skil seg som forventa, og etter skissert omfang på Figur 27. Det reduserte omfanget av radiatorar og tidligare lokalt distribusjonsnett i leilegheitene gir store utslag på dei respektive kostnadspostane. Leidningsnett, som ved denne løysinga er redusert til stigeleidningar og preisolerte PEX-rør til radiatorar, er halvert og det same med radiator-posten. For dei øvrige kostnadspostane er det berre små utslag som ikkje påverkar totalkostnad i nemneverdig grad. På grunn av det tilnærma identiske effektbehovet til bada er også kostnaden forbundet med golvvarmen uendra på tvers av byggjstandard. Denne kostnadsposten dominerer kostnadsbiletet for passivhus-blokka der denne derfor utgjør eit potensielle for vidare kostnadsreduksjon.



Figur 28 Bustadblokk – kostnadsfordelinga på komponentnivå i VBV-anlegget.

4.2.2 El.varme

Som Figur 29 syner er el.varme også for bustadblokk vesentlig billigare enn VBV. Årsaken er også her at mykje av grunninstallasjonen allereie er medteke i byggets el.anlegg slik at el.varme berre medfører ei utviding av elektroinstallasjonen.



Figur 29 Bustadblokk – kostnadstal for el.varme. TEK=TEK10, PH=Passivhus, Lavspent fors.= lavspent forsyning.

For bustadblokk er prisene frå Holte Prosjekt meir i samsvar med studiens prisar for TEK 10 løysing. Men også her er prisen for passivhus-standard lågare enn prisane frå Holte Prosjekt.

Prisen frå Holte Prosjekt er for "normal standard".

Som Figur 29 syner kjem også kostnadsposten 5.6 "Styring" inn med stort bidrag i kostnadane for bustadblokk. Dette på grunn av at det for kvar leilegheit er medteke styresystem for varme. Dei tre største kostnadspostane er 4.2 "Lavspent forsyning", 4.5 "Varme" og 5.6 "Styring".

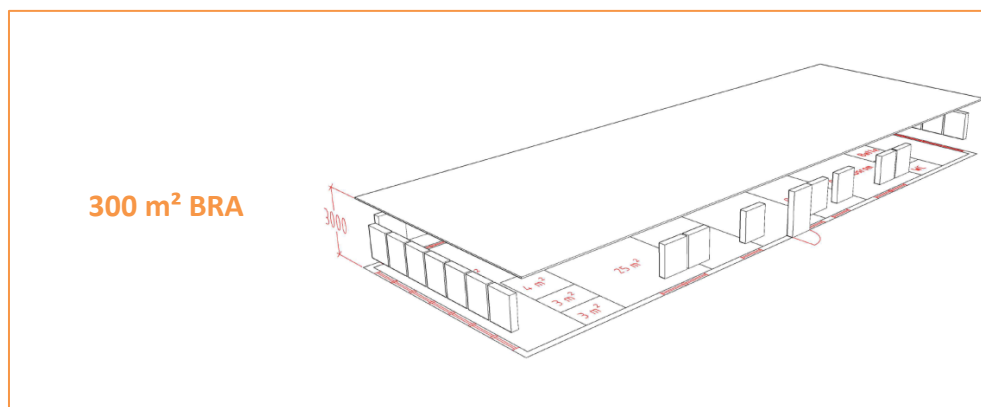
Disse omfattar flg. anlegg:

- › Kursar til el.omnar, varmekablar og varmebatteri
- › Forsterkning av strømforsyning; hovudtavle, underfordelingar og stigeablar
- › El.omnar og varmekablar
- › Styring

Figur 29 viser at det er store kostnader å spare ved å endre konsept frå TEK til passivhus. Ved passivhus-konsept vil besparinga i el.varmeanlegget utgjere om lag 30 % mot TEK 10-konsept.

4.3 Barnehage

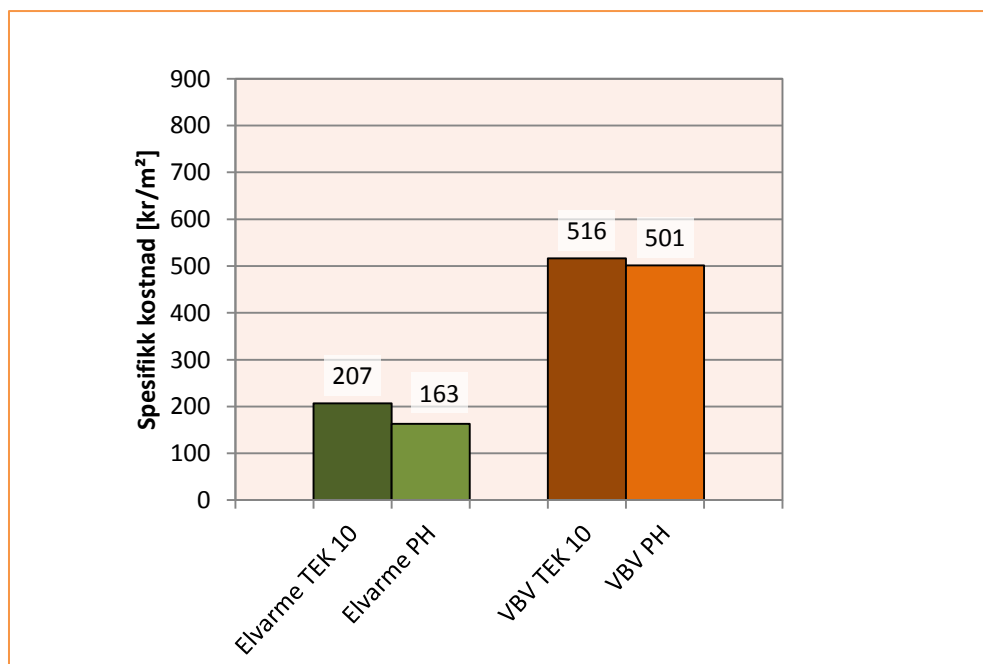
Barnehagen, som består av to avdelingar på eitt plan, nyttar eit varmekonsept basert på golvvarme over heile grunnflata. For å kunne tilfredsstillе brukars krav til inneklima er det nytta golvvarme som romvarmekonsept. Figur 30 viser 3D-illustrasjon av barnehagen som dannar dei bygningstekniske rammene for varmeløysingane.



Figur 30 Barnehage – 3D-illustrasjon av eksempelbygget.

4.3.1 Kostnadstal

Figur 31 viser samanstilt resultat av estimerte kostnader for barnehage.

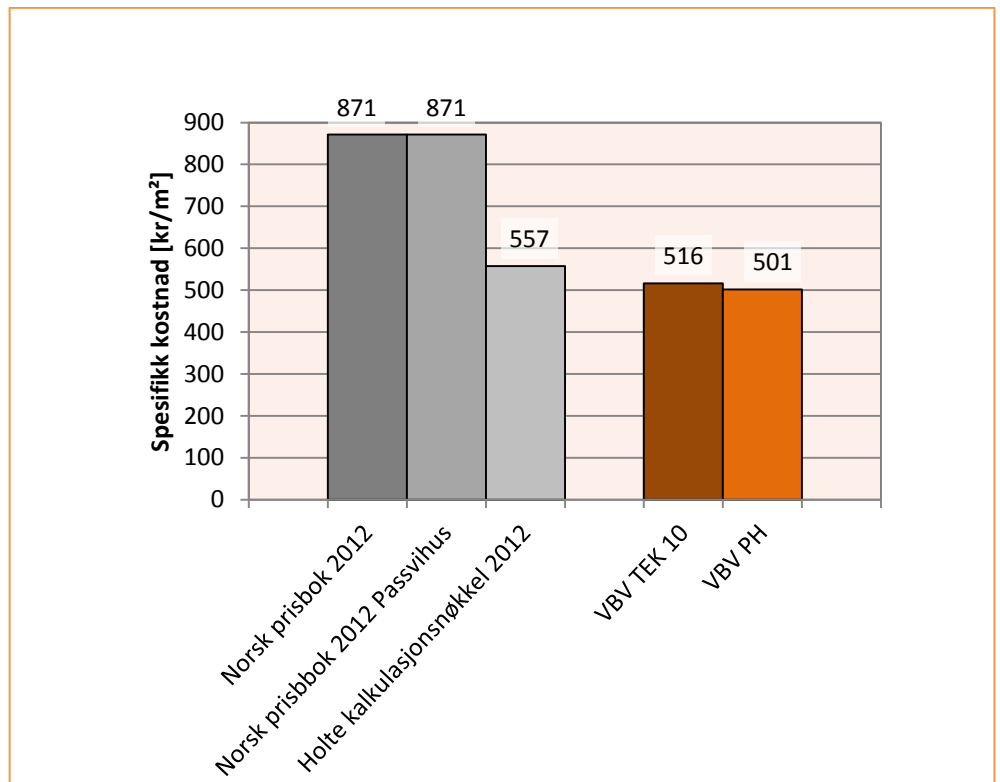


Figur 31 Barnehage – samanfatta kostnadstal for el.varme og VBV. PH=passivhus, VBV=vassboren varme.

4.3.1.1 Vassboren varme

Barnehagen er bygningen med høgst spesifikk installasjonskostnad innan dei kartlagde bygningstypene. Som ein ser av Figur 32 er kostnadane våre også her under kjente kalkyletal. Ein merkar seg at Holtes kalkulasjonsnøkkel ligg marginalt over, men her er det ulike rammevilkår. Holte kalkulasjonsnøkkel tek utgangspunkt i radiatoranlegg av høg standard.

Eit interessant innslag i kalkylebøkene er at Norsk Prisbok, i 2012 utgåva, har utvida porteføljen med blant anna "Barnehage Passivhus". Eit tydelig teikn på at den nye byggjestandarden er begynt å etablere seg. For vassboren varme merkar me oss at det ut frå denne prisboka heller ikkje skil noko på kostnadssida.

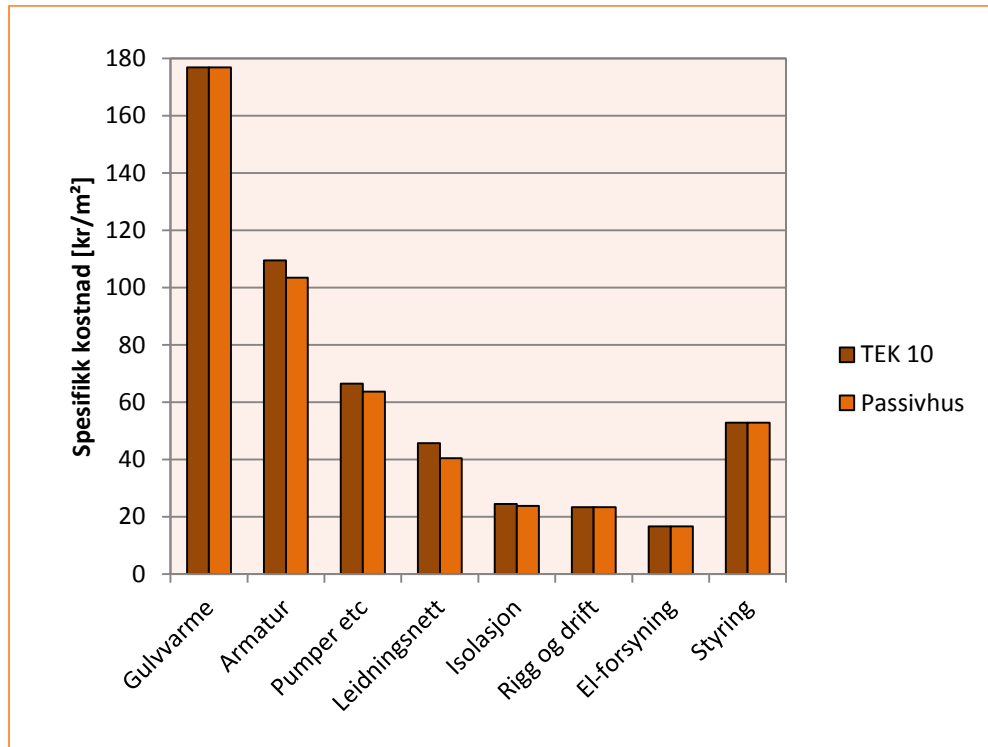


Figur 32 Barnehage – samanfating av kalkyletal mot Faktastudiens kostnadstal for vassborene varme (VBV). PH=passivhus.

Figur 31 syner at differansen mellom dei to byggjestandardane for VBV er beskjeden. Dette kjem av golvvarmanleggets natur, der golvvarmens overflate er bestemt ut frå komfortsyn, der det i dette tilfelle er eit gitt dekningsareal. Ulikeheitene i varmeanleggets effekt blir i driftsfase regulert ved ulike temperaturnivå. Ulikeheitene mellom anlegga ligg derfor over dimensjonerande effekt for varmeberarens distribusjonsanlegg, som illustrert på Figur 33.

Denne type anlegg er i dag utstyrt med individuell regulering på romnivå via lokale termostatar. Eit tilval som nærast er blitt standard. Dette er eit tilval som ikkje er naudsynt då anlegget kan effektregulerast via vassstemperatur over året. Ein ser at dette tilvalet medfører 53 kr/m² for dette bygget. I denne kostnaden inngår trådlause romtermostatar med aktuatorar montert på golvvarmestokk samt sentraleining og antenne.

Ettersom anlegget her er dimensjonert med ein turtemperatur på 60 °C, er det nytta nedshunting av temperatur før distribusjon av varme i golv. Dette medfører at kostnadsposten for armatur er stor. Ved for eksempel bruk av varmpumpe som varmekjelde kan ein redusere denne kostnadsposten med om lag 60 kr/m². Dette fordrar at også ventilasjonsanlegget må vere dimensjonert etter eit lågare temperaturnivå.



Figur 33 Barnehage – byggestandards påverknad på dei ulike kostnadspostane i VBV-anlegga.

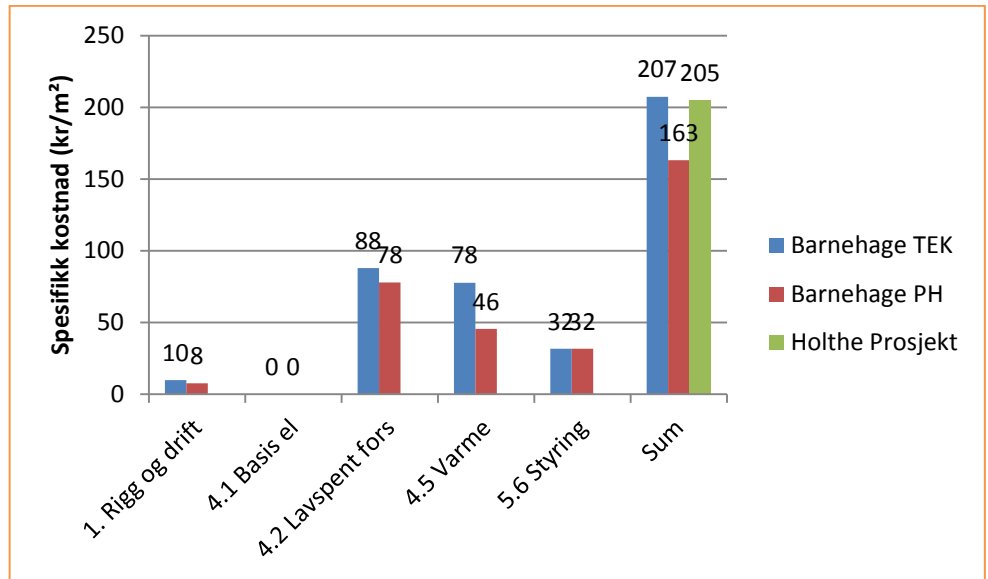
4.3.1.2 El.varme

Også for barnehage er el.varme vesentlig billigare enn vassboren varme (Figur 31). Årsaken er at mykje av grunninstallasjonen allereie er medteke i byggets el.anlegg slik at el.varme dermed berre medfører en utviding av elektroinstallasjonen. For barnehage er det heller ikkje forsterka straumforsyninga til anlegget ved elektrisk oppvarming. Dette for å tilfredsstille FEL98 sitt krav om hensiktsmessig anlegg. Dermed blir basiskostnad (tilknytingsavgift) for el.varme her lik null.

For barnehage er prisene frå Holte Prosjekt meir i samsvar med studiens prisar for TEK løysing, dette tross av ulike rammevilkår. Holte kalkulasjonsnøkkel tek utgangspunkt i panelomn-løysing for "normal standard". Også her er prisen for passivhus standard lågare enn prisane frå Holte Prosjekt.

Dei to største kostnadspostane er 4.2 "Lavspent forsyning" og 4.5 "El.varme". Men kostnadsposten 5.6 "Styring" er nå mye større enn for kontor. Dette på grunn av meir individuell styring på romnivå. De tre kostnadspostane 4.2, 4.5 og 5.6 omfattar flg. anlegg:

- › Kursar til varmekablar og varmebatteri
- › Varmekablar
- › Styring



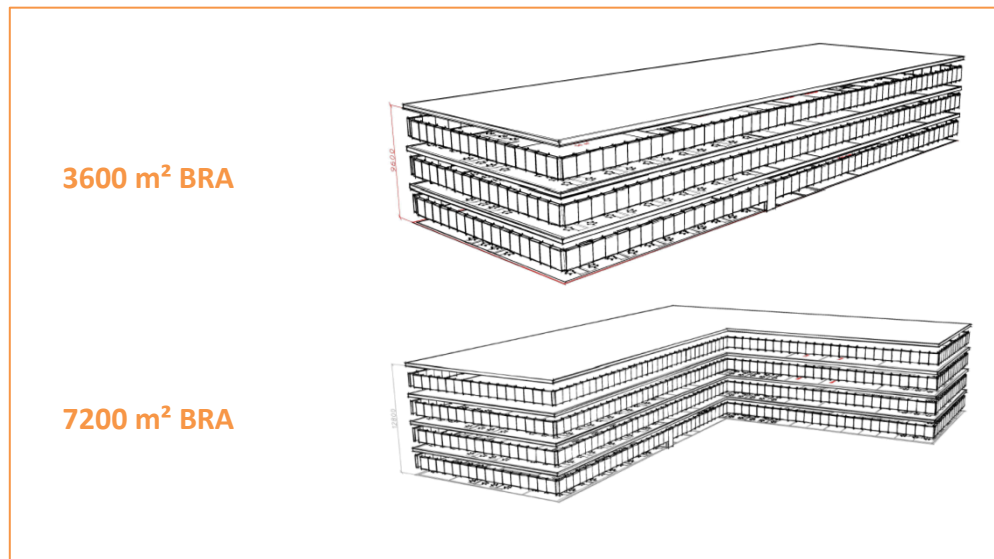
Figur 34 Barnehage – kostnadstal for el.varme. TEK=TEK10, PH=passivhus.

Også for barnehage viser figuren at det er store kostnader å spare ved å endre konsept frå TEK 10 til passivhus. Ved passivhus-konsept vil innparinga vere om lag 20 % mot TEK 10-konsept.

Her er det verdt å merke seg effektbehovet for varmekablar som er lagt til grunn. Normalt nyttar ein 60-80 W/m² i opphaldsrom når varmekablar skal dimensjoneres. Om normal standard for varmekablar hadde blitt lagt til grunn i denne kartlegginga ville kostnaden blitt identisk for begge løysingane. Det er derfor lagt til grunn det berekna effektbehovet for å få frem forskjellen mellom TEK 10 og passivhus.

4.4 Kontorbygg

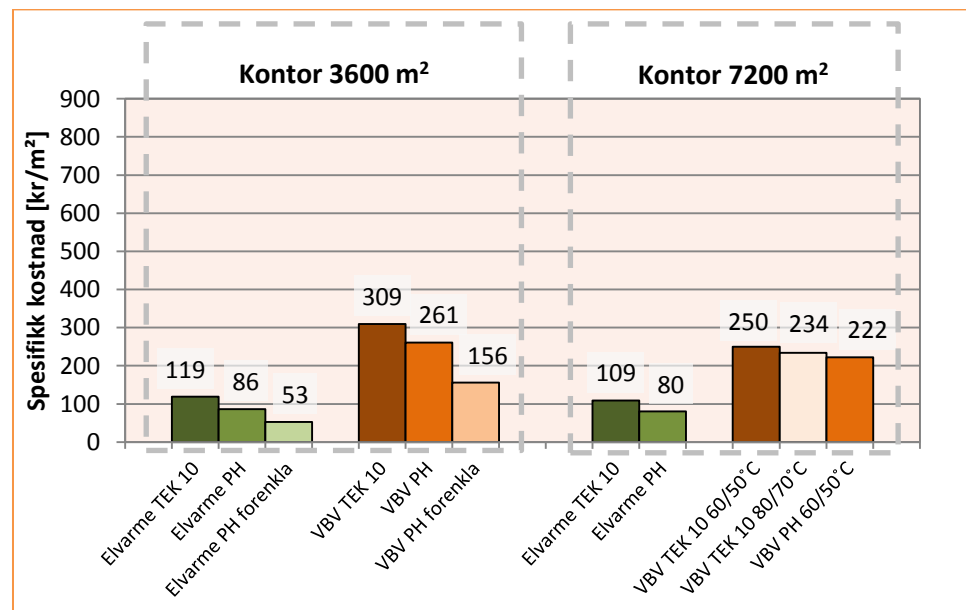
For kartlegging av kostnader forbundet med varmeanlegg er det spesielt fokusert på kontorbygg i denne studien. Det auka fokuset syner seg ved at det også er differensiert på areal, noko berre er tilfelle for denne bygningstypen. Hensikta er å kartleggje "stor-anlegg"-fordeler mot varmeanleggets kostnad. Figur 35 syner dei ytre bygningstekniske rammene for prosjekteringa av anlegga. Romdelinga for dei to alternativa er utarbeidd på same lest, som presentert i førre kapittel, dvs. stor arealandel innreia som kontorlandskap, del med cellekontor samt møterom. Dobblinga av bruksarealet er gjort både gjennom auka grunnflate-areal samt ein ekstra etasje.



Figur 35 Kontorbygg – utforming av fasadar.

4.4.1 Kostnadstal

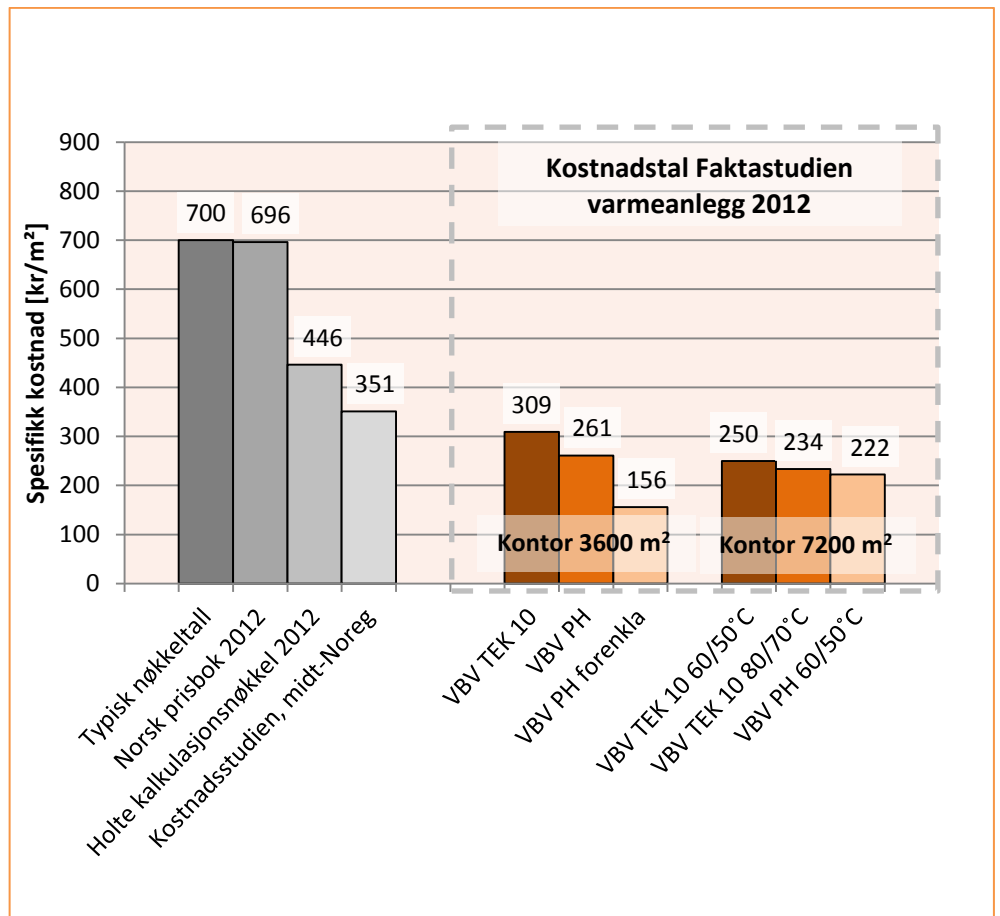
Talmaterialet for kontorbygg er resultat av 11 ulike anlegg, av prosjektets totalt 23 anlegg, presentert i Figur 36.



Figur 36 Kontorbygg – samanfatta kostnadstal for dei ulike varmeanleggstypene. PH=passivhus, VBV=vassboren varme.

4.4.1.1 Vassboren varme

Ein ser at kostnadsnivået for VBV-anlegget er generelt lågare enn det ein kjenner frå tilgjengelege erfaringstall og rapportar. Figur 37 syner ei direkte samanlikning mellom kostnadstala og blant anna aktuelle kalkyleverktøy, og bekreftar denne forskjellen. Ein ser her at alle anlegga ligg under nivået frå det me frå tidligare har kjennskap til. Det er verdt å merke seg at rammevilkåra for opplyste erfaringstal er tilnærma lik tala nytta i denne faktastudien.

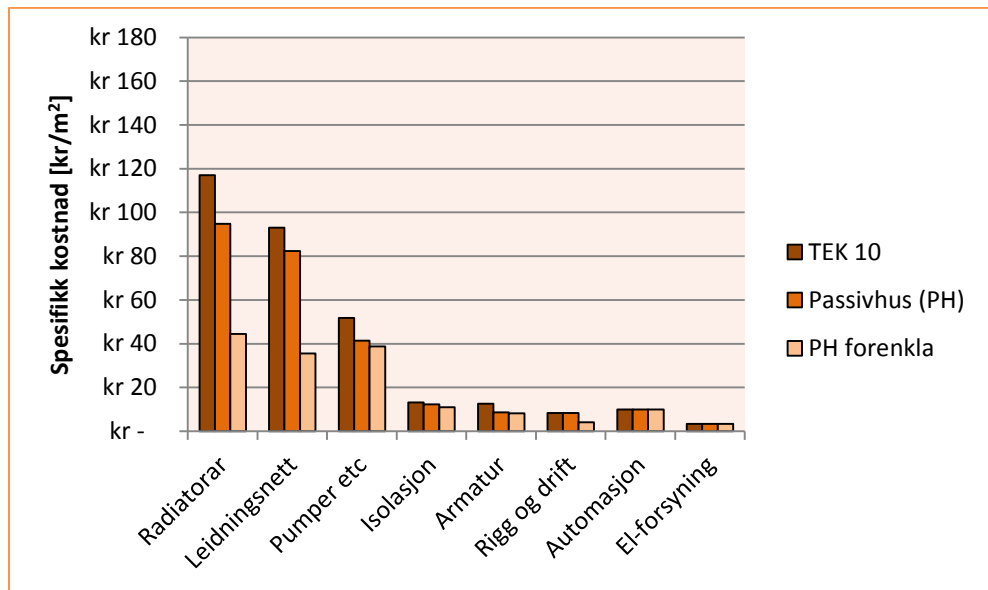


Figur 37 Kontorbygg – samanlikning av faktastudiens kostnadstal mot kjente kalkyleverktøy og -tal. PH=passivhus, VBV=vassboren varme.

Med unntak av Prognosecenterets kostnadsstudie, av 2009, ligg alle kostnadstala godt over dei estimerte kostnadstala i gjeldande faktastudie. Derimot ligg Prognosecenterets kostnadsstudie på nivå med presenterte kostnadstal, då omlag 15 % over, noko som vert vurdert som innanfor kostnadanes slingring.

Bakgrunnen for dette avviket mot etablerte kostnadstal ligg i talas rammevilkår. Som beskreve under kapittel 3 – "Metode", har heile prosessen frå etablering av rammeverk i form av eksempelbygg inkl. kalibrering mot lovverk/krav til utarbeiding av det tekniske systemet hatt eit rigid fokus mot kostnadseffektivitet, då utan noko tilsnitt av innovasjon, med unntak av "Forenkla løysing" der tradisjonell planlegging av varmekonseptet blir utfordra. Dette kan ein med stor sikkerheit anta ikkje inngår i samanlikna kostnadsnivå. Blant anna kan ein trekke fram betydinga av dimensjonerande effekt for anleggets kostnad. Frå tidligare har ein sett at den naudsynte anleggseffekten for hhv. TEK 10 og Passivhus sår nær halverast ved å auke byggjstandarden til Passivhus. Frå Figur 37 ser ein at ei overdimensjonering av VBV-anleggets varmeeffekt, frå 15 til 30 W/m², vil medføre ei kostnadsauke på 12 til 18 %, avhengig av storleiken på bygget, noko som for kontorbygg 3600 m² utgjer om lag 50 kr/m². Betydinga er også fallande med auka areal.

Anleggas ulikeheiter på anleggskostnaden syner seg på Figur 38. Biletet er tydelig der ein ser at dei ulike tiltaks effekt på anleggskostnad hovudsakleg kjem frå dei største kostnadspostane – leidningsnett og varmeelementa.



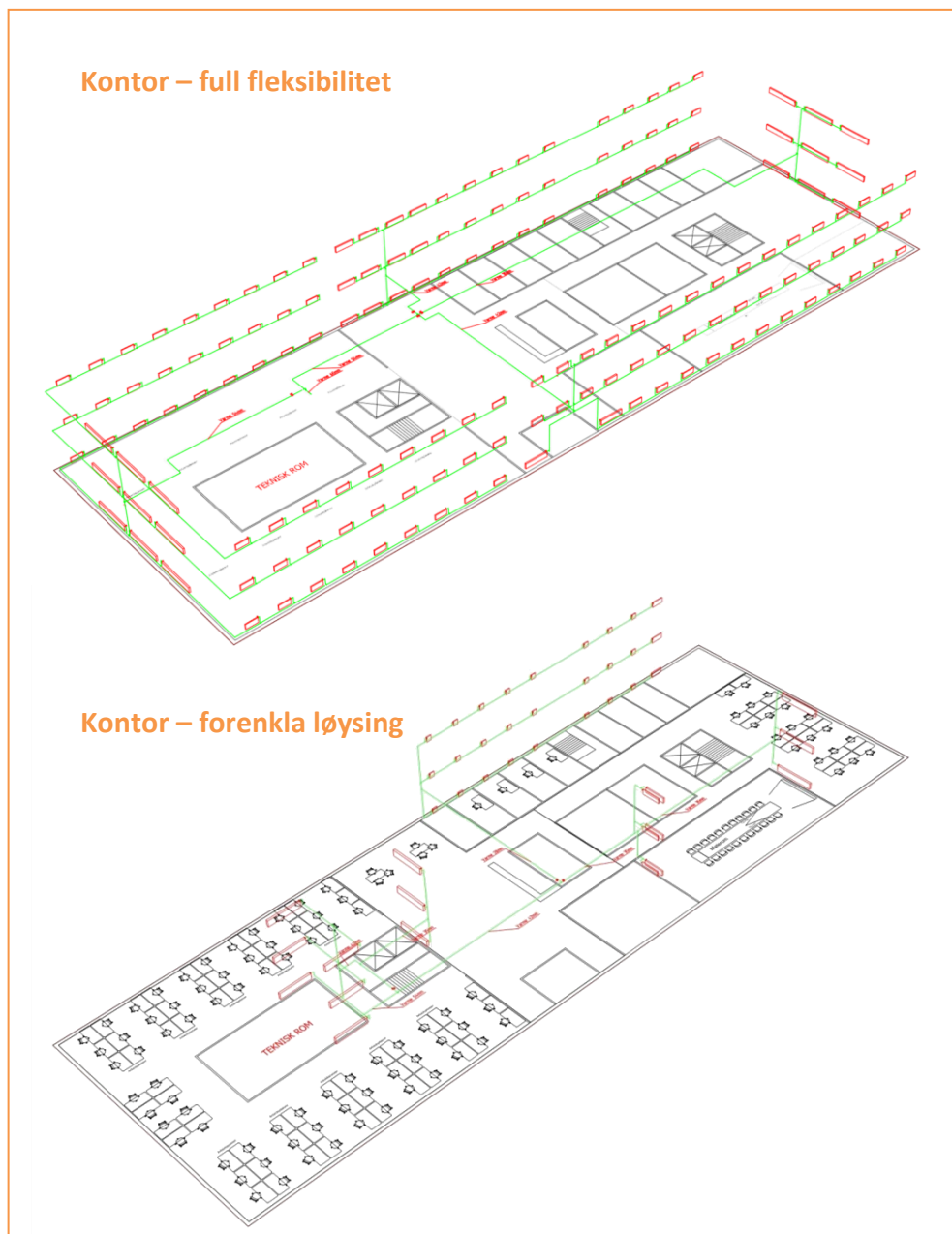
Figur 38 Kontorbygg – kostnadsfordelingas variasjonar i anlegga for 3600 m² kontorbygg.

Som Figur 38 illustrerer er det hovudsakleg dei tre største kostnadspostane som gir utslaget i anleggskostnad for Kontorbygg 3600 m². Dette er like logisk som interessant, då ulikskapane mellom konseptar er treffsikre på anleggskostnad. Ei ein-sidig endring av dimensjonerande effekt har fyljande effekt på anlegget:

- > Radiatorar -20 %
 - > Leidningsnett -12 %
 - > Pumper osv. -21 %
- Totalt** -18 %

Den mest iaugefallande observasjonen er likevel betydinga av å endre på sjølve konseptet. Totalt sett gir denne tilpassinga av systemet, som vist på Figur 39, ei kostnadsreduksjon på om lag 40 %. Dette ved å endre konseptet i passivhus frå fullfleks til forenkla løysing. For eit varmeanlegg i passivhus som er overdimensjonert til om lag 30 W/m², altså tilsvarande effektbehov som TEK 10, vil ein kunne halvere kostnaden ved å endre systemet frå overdimensjonert fullfleks-løysing, til eksakt dimensjonert forenkla løysing. Ein har sett i tidligare studiar (Smedegård, 2012) at ei såpass stor overdimensjonering kan førekomme, og ein ser her kostnadskonsekvensen av denne i kombinasjon med stort krav til innreiingsfleksibilitet.

Ein ser også at temperaturnivået har minimal påverknad på anleggskostnad. Ved å endre temperaturnivået frå 60/50 °C til 80/70 °C reduserar ein i dette tilfellet anleggskostnaden berre om lag 6 %, dvs. 14 kr/m² for Kontorbygg 7200 m². Det vil sei at ein praktisk tala kan velje temperaturnivå utan at dette har store konsekvensar for anleggskostnaden.



Figur 39 Kontorbygg – illustrasjon av hhv. fullfleks-løysing og forenkla løysing som danner grunnlaget for estimerte kostnadsdata.

4.4.1.2 El. varme

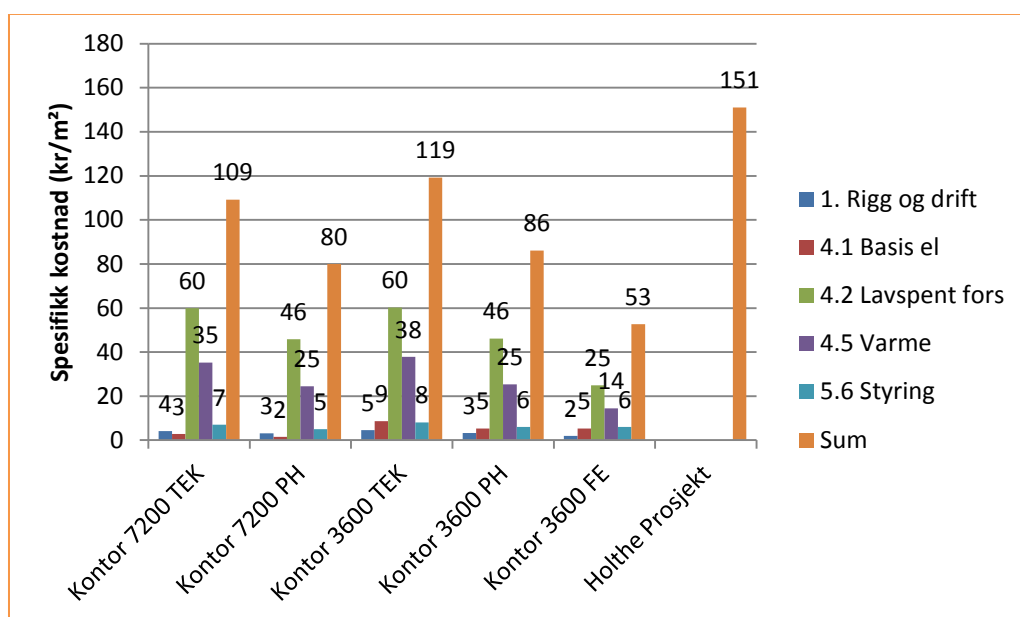
Som ein ser av *Figur 36* er el.varme vesentlig billigare enn vassbøren varme. Bakgrunnen til dette er at mykje av grunninstallasjonen allereie er medteke i byggets el.anlegg frå før. Ei utbygging av el.varme medfører derfor berre ei utviding av el. installasjonen.

Berekna tall på bakgrunn av referanseanlegg og erfaringstall er også lågare enn tal som kjem fram i Holte Prosjekt sin kalkulasjonsnøkkel, sjå *Figur 40*. Bakgrunnen for dette er den same som forklart i førre kapittel.

Prisen frå Holte Prosjekt er for "normal standard".

Som ein ser av *Figur 40* er det hovudsakleg dei to største kostnadspostane som gir utslaget i anleggskostnad for alle typar kontorbygg. 4.3 "Lavspent forsyning" og 4.5 "Varme". Disse omfattar flg. anlegg:

- > Kursar til panelomnar og varmebatteri
- > Forsterkning av straumforsyning; hovudtavle, underfordelingar og stigekablar
- > El.omnar



Figur 40 Kontorbygg – kostnadstal for el.varme for de forskjellige kontorkonsept. PH= passivhus, FE= forenkla utføring, lavspent fors.=lavspent el.forsyning.

Figuren viser også at det er store kostnader å spare ved å endre konsept for begge kontorstorleikar. Ved passivhus- konsept, samanlikna med TEK 10, vil besparinga for begge kontorstorleikane vere om lag 30 %. For kontorbygg forenkla utføring 3600 m² vil besparinga heile 56 % i forhold til utføring etter TEK 10.

4.5 Samanfating

Gjennom dette kapittelet er kostnadstala, og analyse av desse, blitt presentert. Fundamentet for kostnadane er som gitt i beskriven metodikk, der linjene er stramme og klart teikna, noko som er naudsynt for å kunne analysere anlegga med bygningen som grensesnitt. Kostnadsfordelingane som er teikna er gjeldane uavhengig av geografisk plassering. Det er ikkje totalkostnaden.

I Noreg er det hovudsakleg to påverknadsfaktorar på anleggskostnad som har sær stor betydning; busetnad og klima. Til eksempel:

- › **Busetnad**, som by eller land, har betydning for til eksempel logistikk, transport og konkurransesituasjon, noko som er viktige faktorar når anleggskostnad vert bestemt. Presenterte kostnader tidligare i dette kapittelet, for både el.varme og VBV, gjeld for mellomstor by i konkurransesituasjon. Kostnaden er vurdert å kunne variere med opp til $\pm 10\%$ over landet.
- › **Klimatiske forhold** bestemmer anleggets naudsynte varmeeffekt, ved dimensjonerande forhold, DUT, samt årsmiddeltemperatur ved godkjenning mot SINTEFs Prosjektrapport 42 (PR42). Dette påverkar også anleggskostnaden, ettersom denne parameteren mellom anna avgjer varmeavgjevarens eigenskapar, som radiatorens naudsynte overflate for vassboren varme (ved ein gitt distribusjonstemperatur). Denne påverknadsfaktoren varierar derimot frå anlegg til anlegg. For Faktastudiens anlegg vert fylgjande vurdert:

4.5.1 Einebustad

4.5.1.1 Vassboren varme

Ettersom dei to prosjekterte anlegga, for hhv. TEK 10 og passivhus, ikkje er av same grunnstruktur kan ein ikkje gjere noko direkte vurdering mot anleggseffekten for einebustaden. Kostnadsskilnaden mellom desse to anlegga er omlag 110 kr/m^2 , som kjem av både struktur og anleggets varmeeffekt. For anlegget som er presentert som TEK 10-bygg (dvs med varmeeffekt etter *Tabell 4*) ser ein av *Figur 22* det er berre kostnadspostane for radiator og leidningsnett som er påverka av ulike energikonsept. Ettersom distribusjonsløyisinga her skjer via felles fordeler-stokk, der røyra til radiatorane allereie er av minste dimensjon, vil denne posten vere uendra ved ulike anleggseffektar for begge konsept. Radiatorposten vil derimot variere. Smedegård (2012) har vist at radiatorkostnad er tilnærma proporsjonal med varmeeffekt, då for berre radiatorelementet, ekskl. oppheng, ventilsett osv. Dette ser ein også i denne studien. For einebustaden medfører dette at klimasonenes påverknad utgjer fylgjande (for intervall $\pm 25\%$ av varmeeffekt):

- › **TEK 10-konsept:** om lag $\pm 3\%$ (radiatorkostnad 63 kr/m^2 ved 30 W/m^2)
- › **PH-konsept:** om lag $\pm 2\%$ (radiatorkostnad 35 kr/m^2 ved 18 W/m^2)

4.5.1.2 El. varme

Også for el. varme-anlegget har endringa av anleggseffekten påverknad på anleggskostnad. Då varmekonsepta er ulike for dei to prosjekterte anlegga (TEK 10 og passivhus) kan ein heller ikkje her samanlikne direkte anlegga mellom prosjektert anleggseffekt og kostnad. Med kvalifiserte vurderingar kan ein likevel stipulere påverknaden effekten har på kostnaden for dei to anlegga. Ettersom grunninstallasjonen vil vere upåverka av ein effektvariasjon på 25% , dvs. mengd punkt osv., vil det også her berre vere varmeelementas varmeeffekt som vert påverka. For begge anlegga, dvs. TEK 10 (30 W/m^2) og passivhus (18 W/m^2) vil ein effektvariasjon på 25% berre utgjere anslagsvis 5% på anleggskostnad.

4.5.2 Bustadblokk

4.5.2.1 Vassboren varme

Ei heller bustadblokk er prosjektert med likt varmekonsept for dei to anlegga (TEK 10 og passivhus), og totalkostnadane reflekterer derfor ikkje einseitig kva påverknad anleggets dimensjonerande varmeeffekt har. Ettersom ulikskapane i konseptane berre ligg over nokre av anleggsdelane, kan det likevel estimerast påverknad på anleggskostnad. *Figur 28* syner kva påverknad ei endring av anleggseffekt frå 22 W/m^2 (TEK 10) til 12 W/m^2 (Passivhus) har på dei ulike anleggsdelane. Også her er det berre kostnadspostane for leidningsnett og radiatorane som vert påverka i nemneverdig grad, dette på grunn av endringa i varmekonseptet, etter *Figur 15*. For dei to løysingane (TEK 10 og passivhus) vil eit sprang i dimensjonerande varmeeffekt (avhengig av klimasoner) på $\pm 25 \%$, påverke anleggskostnaden som fylgjande:

- › **TEK 10-konsept:** om lag $\pm 3 \%$
- › **Passivhus-konsept:** om lag $\pm 2 \%$

Den totale kostnadsendringa, grunna gitt endring i varmeeffekt, ligg berre over radiatorelementa for desse løysingane. Kostnad for distribusjonsnett fram til fordelarskap i leilegheitene held seg praktisk tala uendra frå 22 W/m^2 (TEK 10) til 12 W/m^2 (Passivhus), der same vurdering er gjort for leidningsnett mellom fordelingskåpa og radiatorar i TEK 10-leilegheitene. For leidningsnett mellom fordelarskap og radiatorar i passivhus gjeld same prinsipp som for einbustad.

4.5.2.2 El. varme

For varmeanlegg basert på direkte elektrisitet i bustadblokk gjeld tilsvarende forhold som i einbustad. Grunninstallasjonen er uendra, for såpass småe sprang i dimensjonerande effekt, og estimert utslag på anleggskostnad utgjør om lag $\pm 5 \%$ på anleggskostnad, for gitt sprang i dimensjonerande effekt.

4.5.3 Barnehage

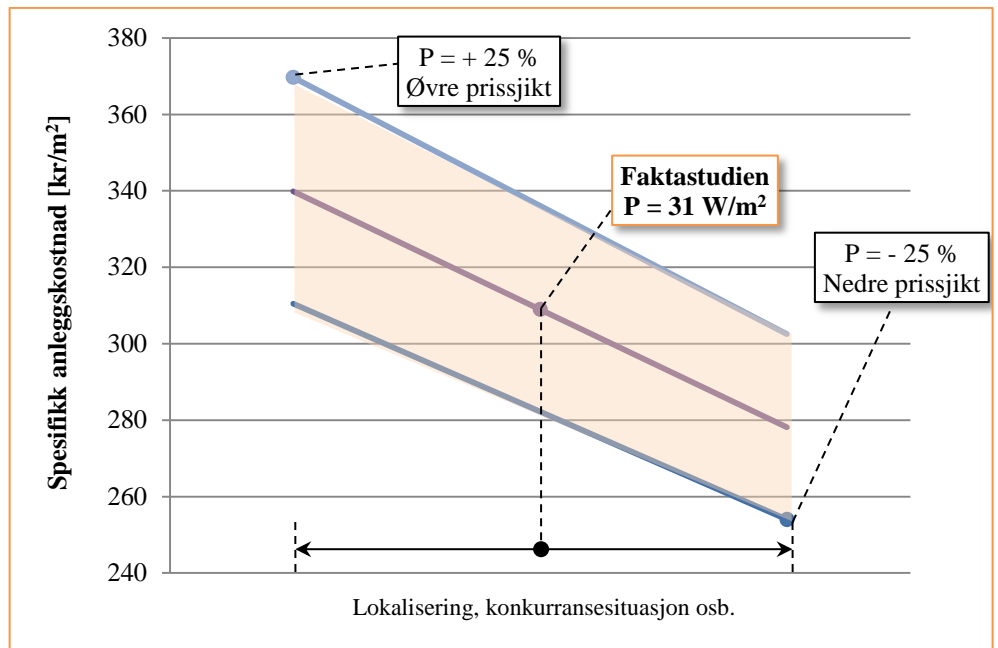
Anleggskostnaden for denne bygningen skil seg ut i dette kostnadssettet. For vassboren varme ser ein av *Figur 31* at kostnaden er svært stiv og variera berre med om lag 3% , frå 516 kr/m^2 til 501 kr/m^2 , ved å endre frå TEK 10 til Passivhus (varmeeffekt etter *Tabell 4*). Dette på grunn av anleggets natur, der anleggets omfang er bestemt av komfortkrav, og ikkje anleggseffekt. Anleggskostnaden for barnehage kan dermed betraktast som uavhengig av respektiv klimasones påverknad ($\pm 25 \%$ i varmeeffekt). Dette gjeld også for varmeanlegget basert på elektrisitet.

4.5.4 Kontorbygg

4.5.4.1 Vassboren varme

Effektbehovets påverknad på denne bygningens anleggskostnad ligg mellom $12\text{--}18 \%$ avhengig av bygningens storleik. Om ein nyttar analogien frå Smedegård (2012), der anleggskostnad er tilnærma lineært avhengig av anleggsets varmeeffekt

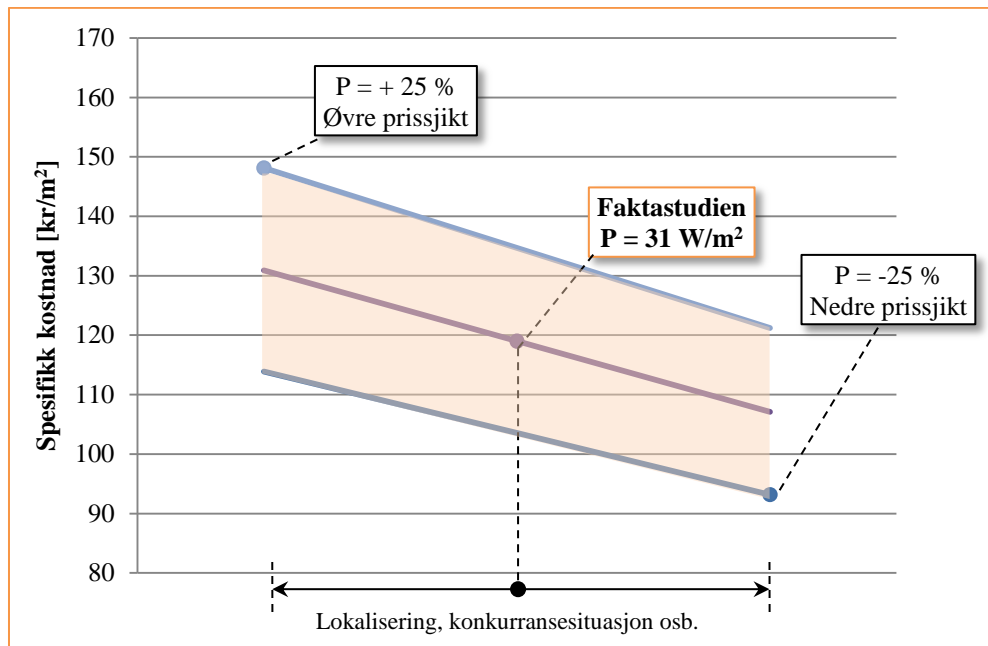
i gjeldande område, får ein fyljande kostnadsbilete for VBV-anlegget i kontorbygg 3600 m², gitt i *Figur 41*:



Figur 41 Teoretisk framstilt kostnadsbilete for varmeanlegg basert på vassboren varme for TEK 10. P = anleggets dimensjonerande varmeeffekt.

4.5.4.2 El. varme

Også for el. varmeanlegget ser ein anleggets varmeeffekt sin påverknad på anleggskostnaden. For same varmekonsept, fullfleks, utgjer ei endring av varmeeffekt frå 31 W/m² til 15 W/m², ein reduksjon av anleggskostnad på om lag 30 %, eller 33 kr/m². Også her kan ein forenkla anta lineær samanheng mellom anleggets effekt og kostnad. Kostnadsbiletet for el.varme-anlegget i kontorbygg 3600 m² fullfleks blir då som *Figur 42* på neste side syner. Ein ser at denne anleggsstrukturen i yt-tarste konsekvens kan variere frå omlag 95 kr/m² til omlag 150 kr/m², der prisover-slaget i faktastudien ligg på om lag 120 kr/m². Som ein også såg for vassboren varme har anleggets varmeeffekt stor påverknad for denne type anlegg.



Figur 42 Teoretisk framstilling av anleggskostnadens sprang ut frå prisoverslag i faktastudien. P = varmeanleggets dimensjonerande varmeeffekt.

5 Konklusjon

Gjennom denne faktastudien er alle fasane i planlegginga av varmeanlegga fokusert på med eit skjerpa blikk mot anleggskostnad. Dette har gitt eit godt innblikk i dei ulike påverknadsfaktoranes viktighet mot sluttprodukt og anleggskostnad.

Dette arbeidet har gitt fylgjande kostnadsmatrise, gitt i *Tabell 5*:

		El. varme		VBV	
		TEK 10	PH	TEK 10	PH
Einebustad		160-196	102-124	447-541	351-423
Bustadblokk		140-172	101-123	335-406	261-316
Barnehage		186-228	147-179	466-566	453-550
Kontor 3600 m²	Fullfleks	107-131	77-95	280-339	236-286
	Forenkla		48-58		141-170
Kontor 7200 m²		98-120	72-88	225-267	201-244

Tabell 5 Samanfatta kostnadstal frå Faktastudien.

Gjennom ein prosjektfase med mange innspel, frå så vel interne som eksterne kjelder, er det nokre punkt ein har merka seg:

El. varme er billegast, sjølv om ein samanliknar med vassboren varme utan varmekjelde. Om ein ikkje tek omsyn til ekstern kraftforsyning er el.varmens gode eigenskapar, både mot regulering, fleksibilitet og effektivitet, eit svært godt romvarmealternativ.

Vassboren varme (VBV) er billigare enn eksisterande nøkkeltal på tross av at anlegga i studien er godt utrusta, med blant anna vassrenseanlegg og energimålarar. Dette er derimot ikkje uventa. Ettersom det største potensialet for å redusere anleggskostnaden ligg i designfasen er det viktig at fokuset er skarpt her. Gjennom planlegginga av anlegga her har nettopp dette vore tilfellet her.

Viktige fokus i prosjekteringsarbeidet for varmeanlegga har vore, og bør vere:

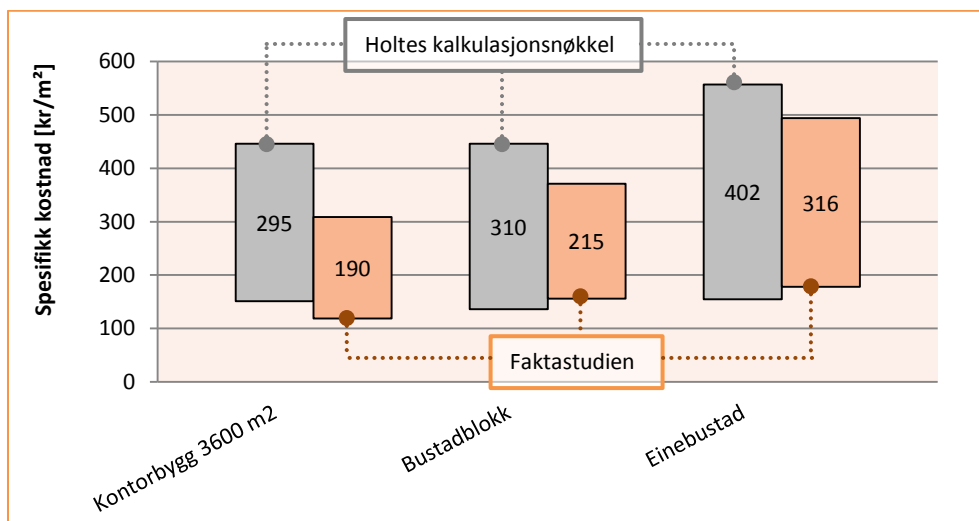
- › **Innreiingsfleksibiliteten** må behandlast som den viktige påverknadsfaktoren den er på anleggskostnad ved utforminga av varmeanlegg. Redusert krav til

innreiingsfleksibilitet i heile eller soner av bygget, medfører både redusert omfang av både varmeelement og leidningsnett samt rimeligare spesifikk effekt-kostnad på varmelementsida.

- › **Korrekt dimensjonering** av anlegget etter berekna varmeeffekt, utan sikkerheitstillegg. Sikkerheitstillegget ligg allereie i dagens DUT, spesielt i passivhus og tunge bygningar. Dette er spesielt viktig i kontorbygg.
- › **Låg eller høg standard.** Viktig å kontrollere kva standard anlegget skal halde. Tilval som aukar anleggets standard aukar også anleggskostnaden.
- › Bevisste val av varmeelement kan redusere kostnaden ytterligare.
- › Kloke val av føringsvegar, samt minimalisering av stigeleidningar, er viktige fokus ved planlegginga av vassborne anlegg.

Varmeanlegg basert på VBV i einebustader skil seg ut i denne bygningsporteføljen på det relativt låge kravet til utførande og prosjekterande i lovverket (tiltaksklasse 1). For å sikre installasjonens kvalitet for varmeanlegg basert på VBV bør utbyggar her vurdere val av utførande nøye, for å sikre at pris og kvalitet heng saman.

Kalkyletala som ofte vert nytta i tideleg fase i dag har ein sett ligg godt over berekna kostnadstal i denne studien. Dette gjeld spesielt for varmeløysingar i passivhus. Det er også verdt å merke seg skilnaden i anleggskostnad mellom varmeanlegg basert på elektrisitet og vassboren varme er gjennomgåande lågare i denne studien. *Figur 43* syner korleis denne skilnaden i anleggskostnad variera frå Holtes kalkulasjonsnøkkel, for eit utval bygg på TEK 10-nivå.



Figur 43 Samanlikning av skilnaden mellom kostnadstal for varmeanlegg basert på hhv. elektrisitet og vassboren varme for Holtes kalkulasjonsnøkkel og Faktastudien. Kostnadstal for eit utval bygg på TEK 10-nivå, der kostnadsskilnad er gitt på respektive søyler. Søylenes høgd illustrerer skilnaden i anleggskostnad mellom el-varme og vassboren varme.

Alternative kalkyleverktøy for val av varmeløysingar i tideleg fase kunne med fordel vore tilgjengeleg på marknaden, då med ei høgare oppløysing i føresetnadane. Framtidas bygg treng ikkje gårdsdagens varmeløysingar, og då må kalkyletala tilpassast vilkåra i større grad enn i dag.

Referanseliste

- Direktoratet for byggkvalitet. (2010). *Veiledning om tekniske krav til byggverk, TEK 10*. Oslo: Direktoratet for byggkvalitet.
- Dokka, T. H., & Amdahl, L. (2008). *Forenklet og kostnadseffektiv vannbåren varme skreddersydd til passivhus-leiligheter*. Passivhus Norden 2008.
- Dokka, T. H., Klinski, M., Haase, M., & Mysen, M. (2009). *Prosjektrapport 42. Kriterier for passivhus- og lavenergibygging - Yrkesbygg*. SINTEF Byggforsk.
- Glen Dimplex. (2012). *Safir-Designovner-Produkter-Glen Dimplex Nordic*. Hentet November 2, 2012 fra <http://www.glendimplex.no/produkter/designovner/safir>
- Holte Byggsafe. (2012). *Kalkulasjonsnøkkelen*. Holte.
- JD. (1998). *Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg*, sist endret 2005. Justis- og beredskapsdepartementet.
- Larmerud, O. (2012, oktober). (O. Ø. Smedegård, Intervjuer)
- Norconsult informasjonssystemer. (2012). *Norsk Prisbok 2012*. Norconsult informasjonssystemer.
- Prognosesenteret AS. (2009). *Kostnader ved installasjon av vannbåren varme*. Enova SF.
- Smedegård, O. Ø. (2011). *Analyse av forenkla vassborne varmedistribusjonssystem for bygninger*. Trondheim: Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet.
- Smedegård, O. Ø. (2012). *Analyse av forenkla vassborne varmedistribusjonssystem for større bygninger*. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
- Standard Norge. (2010). *Kriterier for passivhus og lavenergihus. Boligbygninger*. Standard Norge.
- Statistisk sentralbyrå. (2008). *Oppvarmingsutstyr i næringsbygg i tjenesteytende næringer. Foreløpige tall 2008*. Hentet Februar 29, 2012 fra <http://www.ssb.no/emner/01/03/10/entjeneste/tab-2009-10-13-02.html>
- Wigenstad, T. (2009). *Prosjektrapport 39. Prosjektveileder. Forenklet anlegg for vannbåren oppvarming av boliger*. SINTEF Byggforsk.

Vedlegg

1. Underlag for Kontorbygg 3600 m², TEK 10 standard
 - a. Resultat frå energisimuleringar i *Simien*
 - b. Komplette tilbodsunderlag vassbøren varme
 - c. Underlag for el.varme
 - i. Teikningsunderlag
 - ii. Stigeledningskjema
 - iii. Føresetnader for prosjektering av straumforsyning
 - iv. Kalkyle



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering
Tid/dato simulering: 08:28 20/11-2012
Programversjon: 5.010
Brukernavn: Flerbruker
Firma: COWI AS
Inndatafil: O:\A020000\A024577\3_Pdoc\3.5 Beregningar\Simien\Kontor 3600 TEK 10.smi
Prosjekt: Kontor 3600 TEK10
Sone: Alle soner

Resultater av evalueringen	
Evaluering av	Beskrivelse
Energiltak	Bygningen tilfredsstillter ikke kravene til energiltak i paragraf §14-3
Varmetapsramme	Bygningen tilfredsstillter ikke omfordeling energiltak (varmetapstall) ihht. §14-3
Energiramme	Bygningen tilfredsstillter energirammen ihht. §14-4
Minstekrav	Bygningen tilfredsstillter minstekravene i §14-5
Luftmengder ventilasjon	Luftmengdene tilfredsstillter minstekrav gitt i NS3031:2010 (tabell A.6)
Energiforsyning	Bygningen tilfredsstillter krav til energiforsyning i §14-7
Samlet evaluering	Bygningen tilfredsstillter byggeforskriftenes energikrav

Energiltak (§14-3)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Samlet glass-, vindus og dørrareal delt på bruksarealet [%]	18,7	20,0
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,22	0,18
U-verdi tak [W/m ² K]	0,18	0,13
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,18	0,15
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	1,20	1,20
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]	0,09	0,06
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	3,00	1,50
Årsmidlere temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner ventilasjon [%]	70	80
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	2,50	2,00

Omfordeling energiltak (§14-3, varmetapstall)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
Varmetapstall yttervegger	0,05	0,04
Varmetapstall tak	0,06	0,04
Varmetapstall gulv på grunn/mot det fri	0,06	0,05
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,22	0,24
Varmetapstall kuldebroer	0,09	0,06
Totalt varmetapstall	0,49	0,43



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering
Tid/dato simulering: 08:28 20/11-2012
Programversjon: 5.010
Brukernavn: Flerbruker
Firma: COWI AS
Inndatafil: O:\A020000\A024577\3_Pdoc\3.5 Beregningar\Simien\Kontor 3600 TEK 10.smi
Prosjekt: Kontor 3600 TEK10
Sone: Alle soner

Energiramme (§14-4, samlet netto energibehov)	
Beskrivelse	Verdi
1a Beregnet energibehov romoppvarming	32,3 kWh/m ²
1b Beregnet energibehov ventilasjonsvarme (varmebatterier)	25,1 kWh/m ²
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	5,0 kWh/m ²
3a Beregnet energibehov vifter	18,7 kWh/m ²
3b Beregnet energibehov pumper	1,3 kWh/m ²
4 Beregnet energibehov belysning	25,1 kWh/m ²
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	34,5 kWh/m ²
6a Beregnet energibehov romkjøling	0,0 kWh/m ²
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	5,7 kWh/m ²
Totalt beregnet energibehov, sum 1-6	147,6 kWh/m ²
Forskriftskrav netto energibehov	150,0 kWh/m ²

Minstekrav (§14-5)		
Beskrivelse	Verdi	Krav
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,22	0,22
U-verdi tak [W/m ² K]	0,18	0,18
U-verdi gulv mot grunn og mot det fri [W/m ² K]	0,18	0,18
U-verdi glass/vinduer/dører [W/m ² K]	1,20	1,60
Lekkasjetall (lufttetthet ved 50 Pa trykkforskjell) [luftvekslinger pr time]	3,00	3,00
Varmetapstall glass/vinduer/dører	0,22	0,24

Krav til solfaktor for solutsatte fasader

Kravet til total solfaktor for vinduer/solskjerming på solutsatte fasader er ikke en del av evalueringen i SIMIEN.
Der dette er aktuelt må det dokumenteres separat.



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering

Tid/dato simulering: 08:28 20/11-2012

Programversjon: 5.010

Brukernavn: Flerbruker

Firma: COWI AS

Inndatafil: O:\A020000\A024577\3_Pdoc\3.5 Beregningar\Simien\Kontor 3600 TEK 10.smi

Prosjekt: Kontor 3600 TEK10

Sone: Alle soner

Energiforsyning (§14-7)

Beskrivelse	Verdi	Krav
Andel av varmebehovet som dekkes av annet enn direkte elektrisitet og fossile brensler	100 %	60 %
Oljekjel som grunnlast	Nei	Nei

Dokumentasjon av sentrale inndata (1)

Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Areal yttervegger [m ²]:	864	
Areal tak [m ²]:	1200	
Areal gulv [m ²]:	1200	
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	672	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	3600	
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	11520	
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	0,22	
U-verdi tak [W/m ² K]	0,18	
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,18	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	1,20	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	18,7	
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,09	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	59	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	3,00	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	70	



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering

Tid/dato simulering: 08:28 20/11-2012

Programversjon: 5.010

Brukernavn: Flerbruker

Firma: COWI AS

Inndatafil: O:\A020000\A024577\3_Pdoc\3.5 Beregninger\Simien\Kontor 3600 TEK 10.smi

Prosjekt: Kontor 3600 TEK10

Sone: Alle soner

Dokumentasjon av sentrale inndata (2)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring [%]:	70,0	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	2,50	
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	7,0	
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	2,0	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	1,84	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	80	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20,0	
Systemeffektfaktor kjøling:	2,50	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	22,0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	30	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0,00	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,50	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,60	
Driftstid oppvarming (timer)	12,0	

Dokumentasjon av sentrale inndata (3)		
Beskrivelse	Verdi	Dokumentasjon
Driftstid kjøling (timer)	0,0	
Driftstid ventilasjon (timer)	12,0	
Driftstid belysning (timer)	12,0	
Driftstid utstyr (timer)	12,0	
Oppholdstid personer (timer)	12,0	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	8,00	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	8,00	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	11,00	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	11,00	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	0,80	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0,00	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	4,00	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,36	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,20	
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:	1,00	



SIMIEN

Evaluering TEK 10

Simuleringsnavn: Evaluering

Tid/dato simulering: 08:28 20/11-2012

Programversjon: 5.010

Brukernavn: Flerbruker

Firma: COWI AS

Inndatafil: O:\A020000\A024577\3_Pdoc\3.5 Beregninger\Simien\Kontor 3600 TEK 10.smi

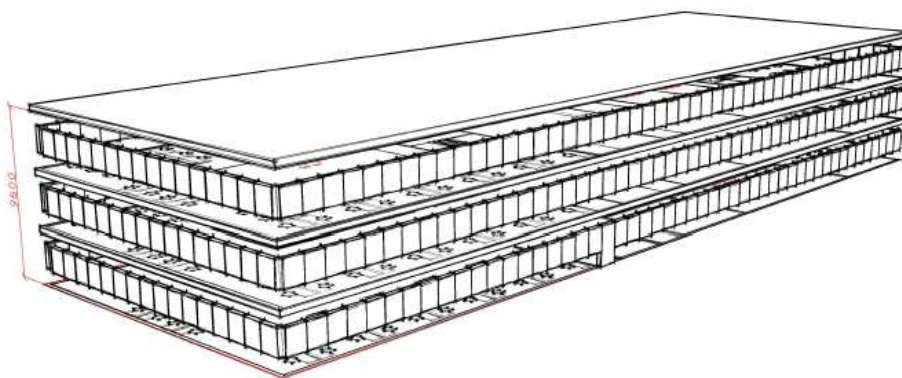
Prosjekt: Kontor 3600 TEK10

Sone: Alle soner

Inndata bygning		Verdi
Beskrivelse		
Bygningskategori		Kontorbygg
Simuleringsansvarlig		Ole Øiene Smedegård
Kommentar		

Tilbudsunderlag for: -Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks-

1 Generell info: Kontorbygg 3600 m² BRA



Figur 1 Skisse av kontorbygg 3600 m² BRA

1.1 Byggteknisk

Kontorbygg 3600 er eit konvensjonelt kontorbygg med eit bruksareal på 3600 m² fordelt på 3 etg. Både utforming og romdeling er vurdert å vere etter dagens standard. Dei ytre rammene for bygget er basert på eksempelbygg henta frå SINTEF's Prosjektrapport 42: Kriterier for passivhus- og lavenergibygg – yrkesbygg. Bygget skal, etter Enovas definerte kriterium for prosjektet, danne rammene for kostnadsestimering av varmeanlegg basert på:

- Vassboren varme; TEK 10; temperaturnivå 60/50°C, prosjektert for full innreiingsfleksibilitet
- Vassboren varme; Passivhus; temperaturnivå 60/50°C, prosjektert for full innreiingsfleksibilitet
- Vassboren varme; Passivhus; temperaturnivå 60/50°C, prosjektert med forenkla løysing
- Elvarme; TEK 10, prosjektert for full innreiingsfleksibilitet
- Elvarme; Passivhus, prosjektert for full innreiingsfleksibilitet
- Elvarme; Passivhus, prosjektert med forenkla løysing

Løysingane som er prosjektert er vurdert å vere representative for dagens varmeanlegg. Det er likevel fokusert på å prosjektere enkle og robuste løysingar utan unødige og kostbare innretningar eller løysingar.

Høgde mellom gateplan og gulv i 3 etg. er 6,4 meter.

1.2 Energibruk og varmebehov

For uttak av nødvendig varmeeffekt for dimensjonering av varmeanlegget er bygget kalibrert mot gjeldende byggtekniske føreskrifter, TEK 10, og etter SINTEF's prosjektrapport 42, Kriterier for passivhus- og lavenergibygg – yrkesbygg. Kalibreringa er gjennomført gjennom energisimuleringar i Simien.

1.3 Varmeanlegget

Varmeanlegget er utforma med fokus på at bygget lett skal kunne ominnreiast ved seinare høve samt 1 løysing med forenkla utforming. For løysingane er varmeelementa plassert på klimaskjerm, noko som gjer brukar mogelegheit for inndeling til cellekontor ved ei seinare anledning, og for forenkla løysing er varmeelementa sentralt plassert. Ved fordelinga av varmeelement er det forenkla dimensjonert ved bruk av watt pr m² for alle areal.

For begge løysingane er varmebæraren distribuert ut i bygget gjennom leidningsnett som har ei prinsipiell utforming som 2-røyr med direkte retur, seksjonert ved strupe- og avstengingsventilar. Leidningsnett er tenkt plassert i systemhimling i 1 etg, frå teknisk rom og ut til stigeleidningar. Leidningsnett er isolert etter NS 12 828, frå teknisk rom til og med stigeleidningar. Inga mantling av røyrnett, verken ute i bygget eller på teknisk rom.

Eining for varmeproduksjon er ikkje inkludert i dette prosjektet.

1.4 Prising

Det er ynskjeleg å få estimert anleggskostnad på tvers av landet, gjerne oppdelt etter fyljande soner:

- Sentralt austland (eks: Oslo)
- Midt-Noreg (eks: Trondheim)
- Vestlandet (eks: Bergen)
- Nord-Noreg (eks: Tromsø)

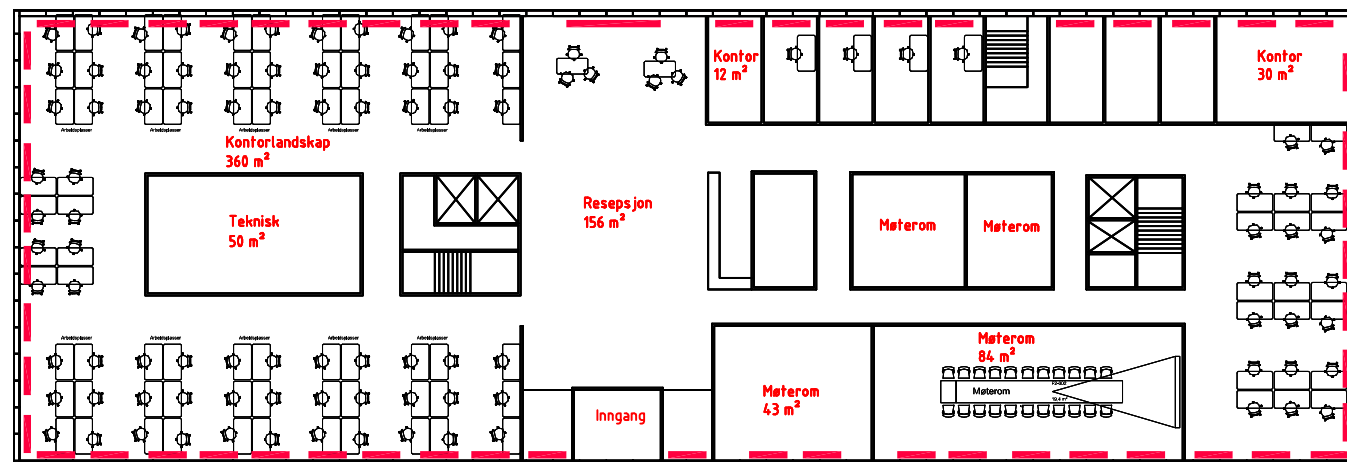
Også ei fordeling mellom materialkostnad og arbeidskostnad er ynskjeleg å synleggjere her. Fyljande kostnadstabell kan nyttast:

Table 1 Kostnadstabell for kontor 7200 PH 6050

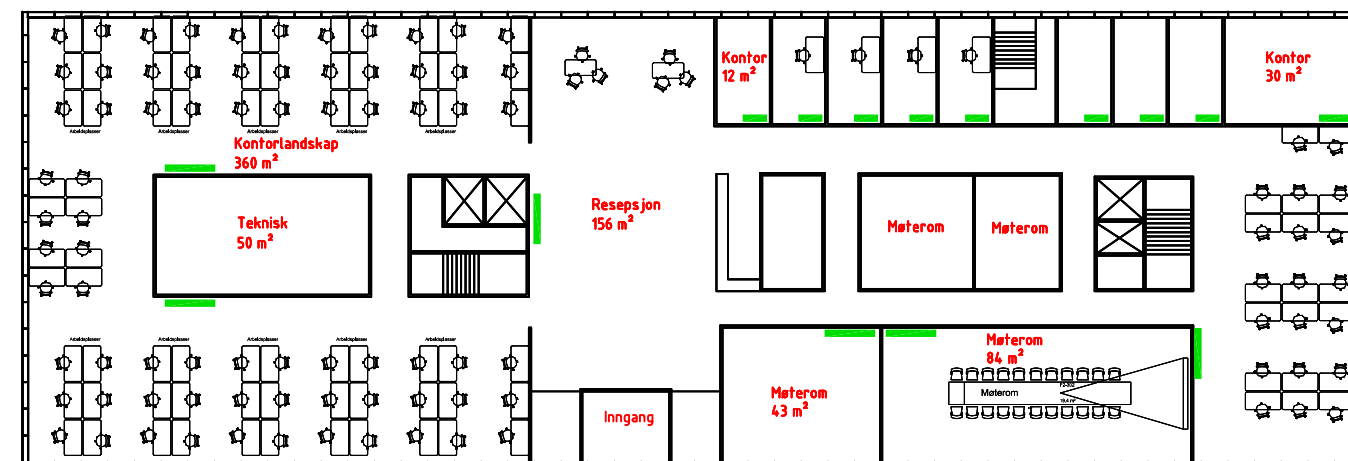
Sone	Arbeidskostnad	Materialkostnad
Aust		
Midt		
Vest		
Nord		

Vedlegg:

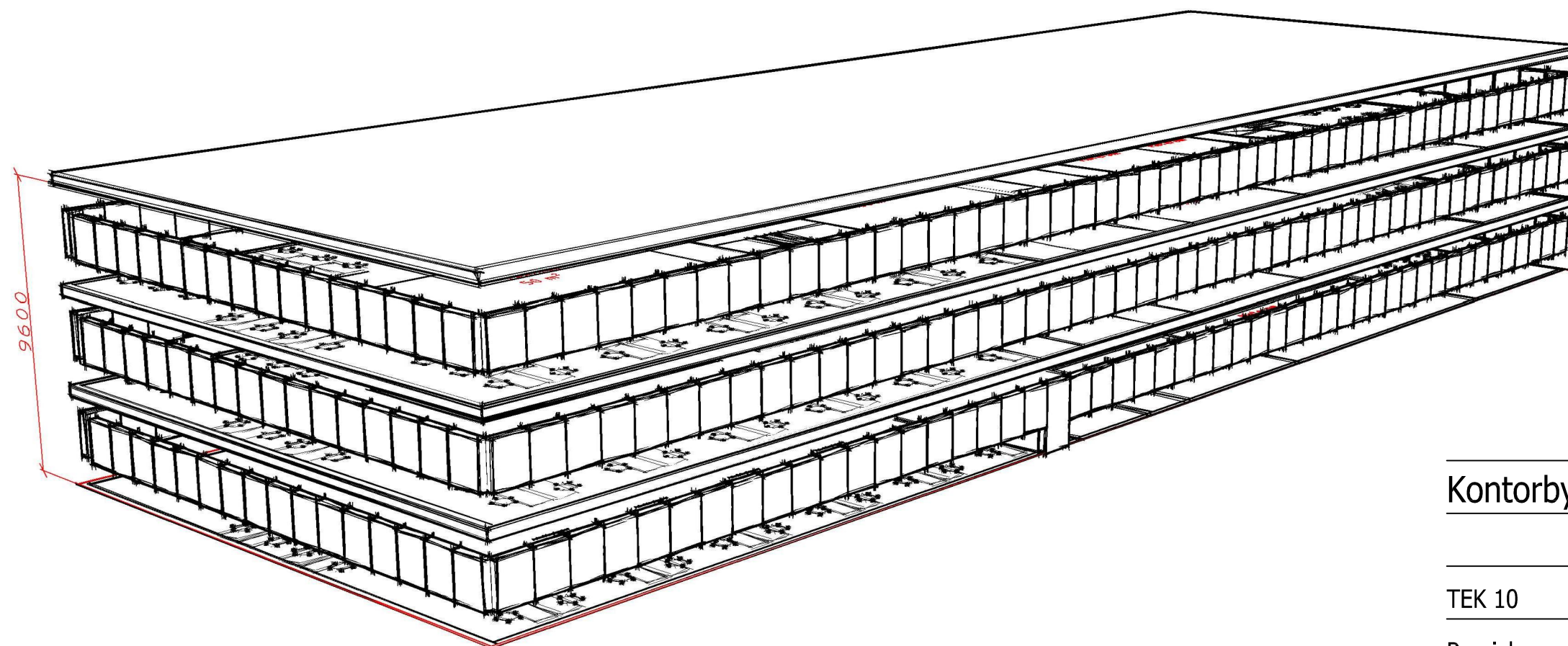
- Teikningar
 - Bygningsteikning kontorbygg
 - Skisse vassborent varmeanlegg – Plan og 3D.
 - Systemskjema varmeanlegg
- Mengdebeskrivelse



Konsept med krav til full innreiings-fleksibilitet
TEK 10 og Passivhus

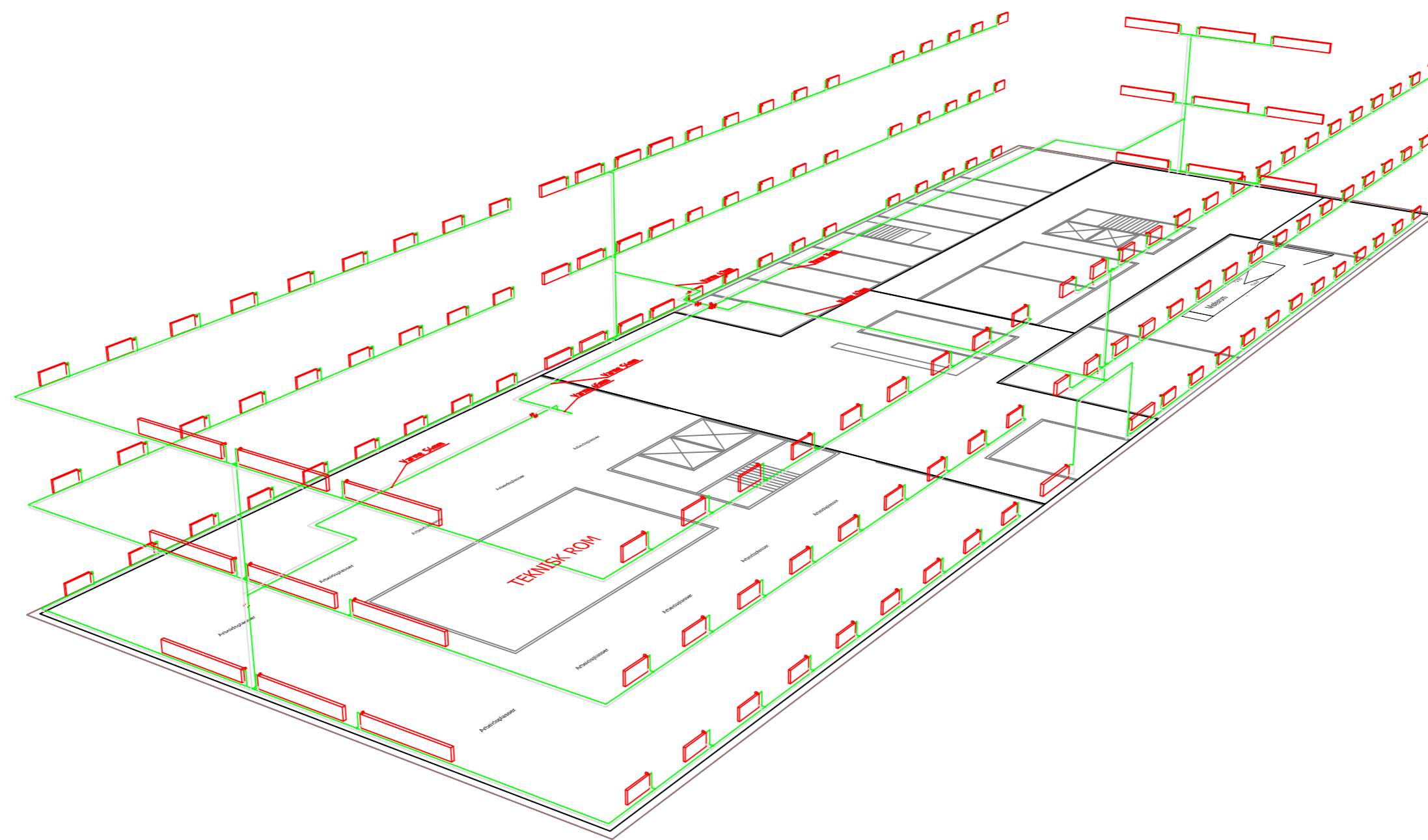
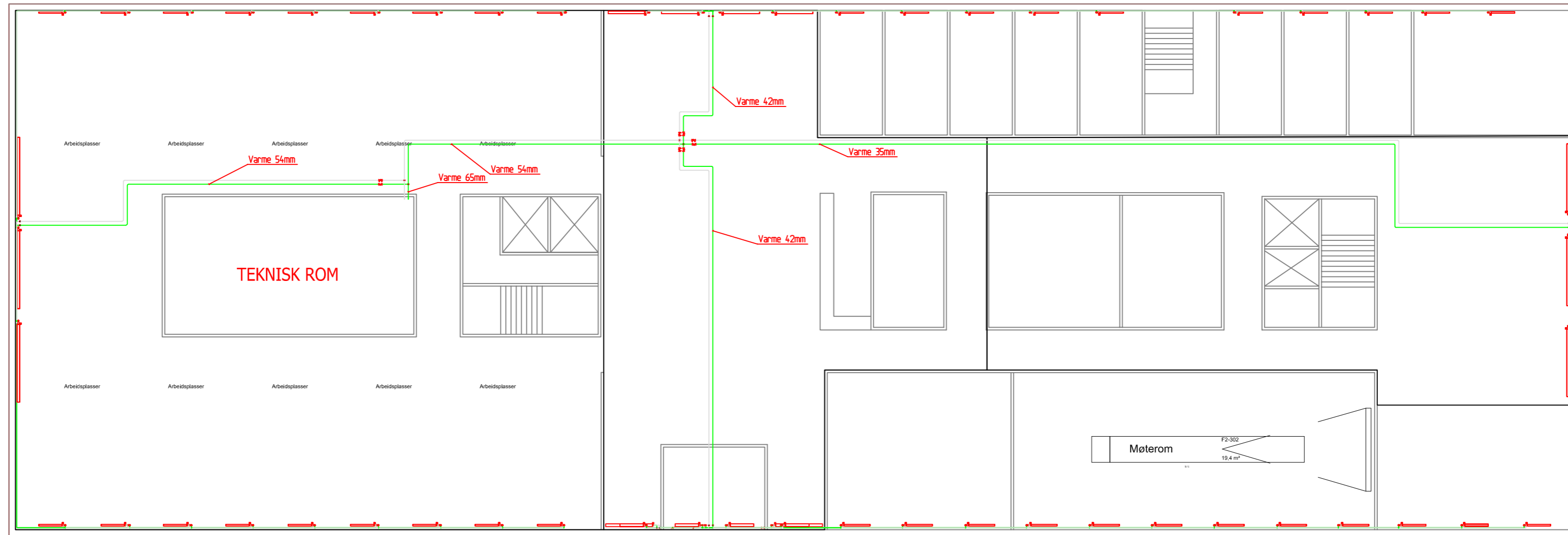


Konsept med ingen krav til innreiings-fleksibilitet
Passivhus

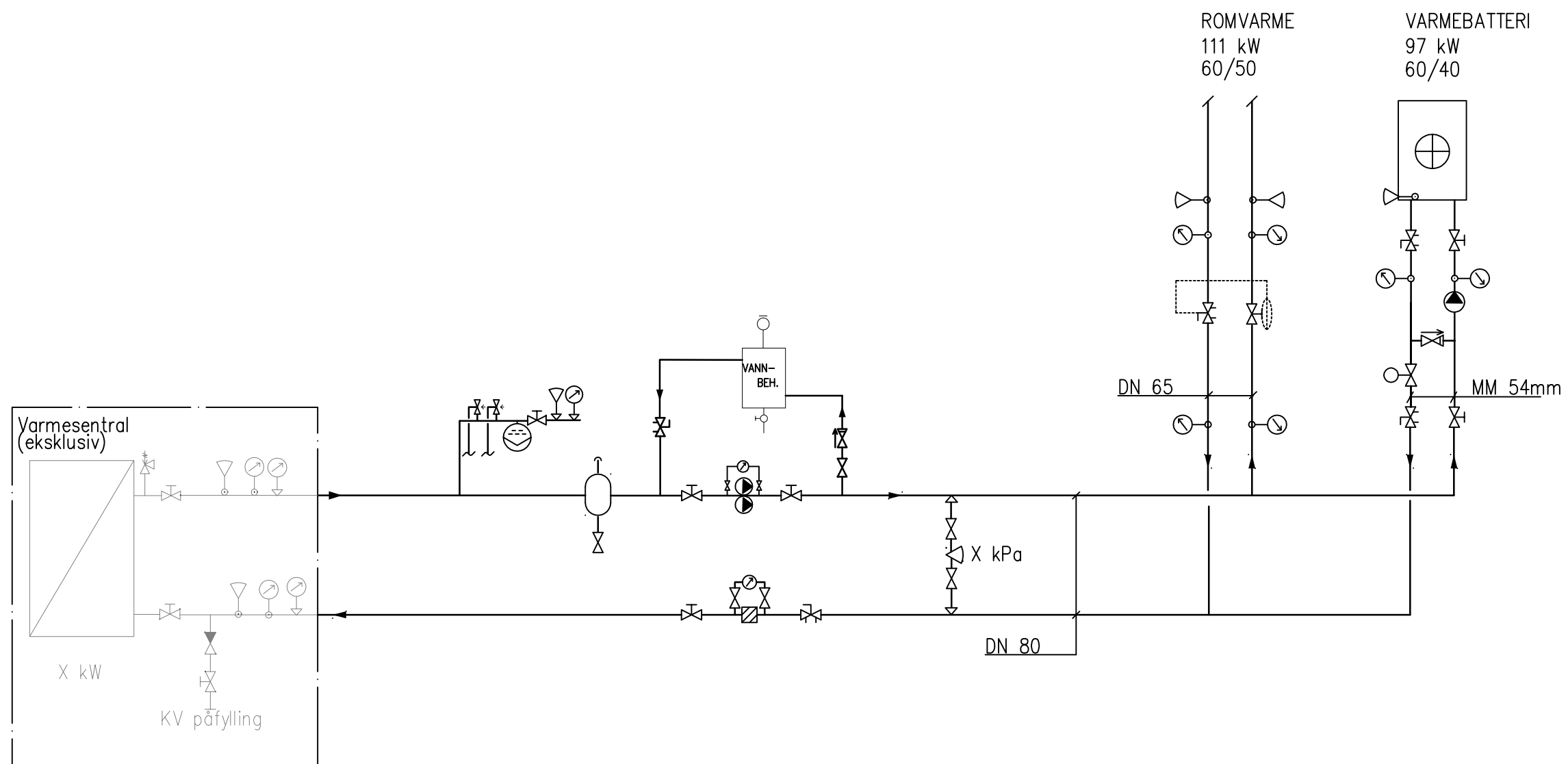


Kontorbygg 3600 m²

	Rom	Ventilasjon
TEK 10	31 W/m ²	27 W/m ²
Passivhus	15 W/m ²	10 W/m ²



Enova Faktastudie Anleggskostand Varme
 Kontorbygg 3600 BRA
 TEK10 60/50 fullfleks
 Plan- og 3D-skisse varmeanlegg



Enova Faktastudie Anleggskostnad Varme
 Kontorbygg 3600 BRA
 TEK10 60/50 Fullfleks
 Systemskjema varmeanlegg

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks
TEK10
Temperaturnivå 60/50

COWI

Dato: 27.06.2011

Side 1

Enova Faktastudie Anleggskostnader varme

Rørleggerarbeider

Byggherre: Enova SF

27.06.2011

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks
TEK10
Temperaturnivå 60/50

COWI

Dato: 27.06.2011

Side 2

DOKUMENTKONTROLL

Rev.	Dato	Tekst	Saksb.	Kontr.	Godkj.
		Anbudsdokument			
Rev.	Dato	Tekst	Saksb.	Kontr.	Godkj.
Oppdragsnavn:			Oppdragsnr:		
Oppdragsgiver:			Saksbeh:		

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks
TEK10
Temperaturnivå 60/50

COWI

Dato: 27.06.2011

Side 3

	Sted/dato:
Dokumenttittel:	Fagansv:

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: x32 Romvarme Kapittel: 2 Ledningsnett for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 4
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
x32.2.2	<p>UA Rør- og sanitærinstallasjoner</p> <p>ANLEGGSBESKRIVELSE VARMEDISTRIBUSJONSANLEGGET</p> <p>Anlegget er bygget opp som vist på tegninger og som angitt i denne beskrivelsen.</p> <p>Entreprisen omfatter det komplette ledningsanlegg, med nødvendige strupe- og stengeventiler, oppheng, isolasjon, følerlommer for styre- og reguleringsutstyr, forbundet med romvarmeanlegget.</p>				
x32.2.3	<p>UBA Rørledninger og rørdeler</p> <p>For dimensjoner opp til og med 54 mm innmonteres utstyr med gjengefittings, større dimensjoner med påsveist krage og løsfensler, eller med rilling.</p> <p>All klamring skal utføres med lyddempende mellomlegg mellom rør og klammer. Bolter, rørhengere og klammer skal være i galvanisert utførelse.</p> <p>Alle rør og rørdeler skal minst oppfylle krav til PN 10, dette gjelder både styrke og kvalitet.</p> <p>Det skal i enhetsprisen for rør være inkludert arbeider og deler som er nødvendig for å kunne levere og montere rørsystemet komplett i hht. tekst i denne post. Eksempel på hva som skal være inkludert er:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alle nødvendige rørdeler som bend, T-rør, avgreininger, by-passrør, overganger, albuer, muffe, reduksjoner, plugg osv. • Festeklammer og oppheng i hht. leverandørens anbefalinger. All klamring skal utføres med lyddempende mellomlegg mellom rør og klammer. • Pakninger og skjøtemateriell. • Kapp og spill. • Montasje og tilknytning til utstyr levert i denne entreprisen. 				

Sum denne side:

Akkumulert :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: x32 Romvarme Kapittel: 2 Ledningsnett for varmeinstallasjoner			COWI																				
			Dato: 27.06.2011		Side 5																		
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum																		
x32.2.5	<p>UB3.144623199A KJØLE/VARMEBÆRERLEDNING - KOMPLETT TYPE LEDNING: VARMEBÆRERLEDNING MEDIUM: VARMT VANN MATERIALE: STÅL, VARMFORSINKET PLASSERING/MONTASJE: I BYGNING SKJØT: PRESSFITTING</p> <p>PRESSFITTINGSSYSTEM</p> <p>For dimensjoner opp til og med ø54 mm skal det leveres et komplett rørsystem med pressfittings. Rør og rørdeler skal være av galvanisert stål, utvendig el.forsinket og kromatisert. Rørene skal være normalisert (glødde) og skal kunne bøyes.</p> <p>Galvanisert stål. For rørledninger gjelder dimensjonene etter følgende tabell:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anslutning [DN]</th> <th>Utvendig diameter x veggtykkelse [mm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10</td><td>12,0 x 1,2</td></tr> <tr><td>12</td><td>15,0 x 1,2</td></tr> <tr><td>15</td><td>18,0 x 1,2</td></tr> <tr><td>20</td><td>22,0 x 1,5</td></tr> <tr><td>25</td><td>28,0 x 1,5</td></tr> <tr><td>32</td><td>35,0 x 1,5</td></tr> <tr><td>40</td><td>42,0 x 1,5</td></tr> <tr><td>50</td><td>54,0 x 1,5</td></tr> </tbody> </table> <p>Det skal benyttes rengjorte (avfattede) rør, rørdeler</p>	Anslutning [DN]	Utvendig diameter x veggtykkelse [mm]	10	12,0 x 1,2	12	15,0 x 1,2	15	18,0 x 1,2	20	22,0 x 1,5	25	28,0 x 1,5	32	35,0 x 1,5	40	42,0 x 1,5	50	54,0 x 1,5				
Anslutning [DN]	Utvendig diameter x veggtykkelse [mm]																						
10	12,0 x 1,2																						
12	15,0 x 1,2																						
15	18,0 x 1,2																						
20	22,0 x 1,5																						
25	28,0 x 1,5																						
32	35,0 x 1,5																						
40	42,0 x 1,5																						
50	54,0 x 1,5																						
x32.2.5.1	Dimensjon: ø12 mm	m	247																				
x32.2.5.2	Dimensjon: ø15 mm	m	112																				
x32.2.5.3	Dimensjon: ø18 mm	m	179																				
x32.2.5.4	Dimensjon: ø22 mm	m	291																				
x32.2.5.5	Dimensjon: ø28 mm	m	134																				

Sum denne side:

Akkumulert :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: x32 Romvarme Kapittel: 2 Ledningsnett for varmeinstallasjoner			COWI																
			Dato: 27.06.2011		Side 6														
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum														
x32.2.5.6	Dimensjon: ø35 mm	m	88																
x32.2.5.7	Dimensjon: ø42 mm	m	42																
x32.2.5.8	Dimensjon: ø54 mm	m	56																
x32.2.6	<p>UB3.144613100A KJØLE/VARMEBÆRERLEDNING - KOMPLETT TYPE LEDNING: VARMEBÆRERLEDNING MEDIUM: VARMT VANN MATERIALE: STÅL PLASSERING/MONTASJE: I BYGNING SKJØT: VALGFRI <i>Andre krav:</i> Utførelse og tilbehør som beskrevet i hovedpost UBA.</p> <p>VARMEBÆRERLEDNINGER</p> <p>Ledningene skal legges av stål i hht. NS EN 10216-1. Rørene sveises eller skjøtes med rilling og skjøtekoblinger (Victualic el. I.). For dimensjoner til og med DN 50 kan rørtyper med pressfittings benyttes (se egen post).</p> <p>Der ikke annet er beskrevet, skal det benyttes rørdimensjoner i henhold til følgende tabell:</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>Nom. dia</th> <th>Utv. dia.</th> <th>Veggtykkelse</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DN</td> <td>mm</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>65</td> <td>76,1</td> <td>2,9</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>88,9</td> <td>3,2</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>114,3</td> <td>3,6</td> </tr> </tbody> </table>	Nom. dia	Utv. dia.	Veggtykkelse	DN	mm	mm	65	76,1	2,9	80	88,9	3,2	100	114,3	3,6			
Nom. dia	Utv. dia.	Veggtykkelse																	
DN	mm	mm																	
65	76,1	2,9																	
80	88,9	3,2																	
100	114,3	3,6																	
x32.2.7.1	Dimensjon: DN 65	m	1																

Sum denne side:

Sum :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: x32 Romvarme Kapittel: 4 Armaturer for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 7
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
x32.4.5	UL1.4391A STENGEVENTIL, KULEVENTIL MEDIUM: VARMEBÆRER MATERIALE: MESSING SKJØTEMETODE: GJENGESKJØT Trykkklasse: PN 10 Tilbehør: - Hendel - Lang spindel				
x32.4.5.5	Dimensjon: DN 32	stk	1		
x32.4.5.6	Dimensjon: DN 40	stk	2		
x32.4.5.8	Dimensjon: DN 50	stk	1		
x32.4.12	UL5.11391A STRUPEVENTIL TYPE: SETEVENTIL MEDIUM: VARMEBÆRER MATERIALE: MESSING SKJØTEMETODE: GJENGESKJØT Temperaturområde: -20 til +120 grader C Tilbehør: - måleuttak og uttømmingsnippel				
x32.4.12.5	Dimensjon: DN 32	stk	1		
x32.4.12.6	Dimensjon: DN 40	stk	2		
x32.4.12.7	Dimensjon: DN 50	stk	1		
x32.4.16	UL5.2124 RADIATORVENTIL MEDIUM: VARMEBÆRER MATERIALE: STÅL AKTUATORELEMENT: MOTORSTYRT <i>Lokalisering:</i> <i>Medium:</i> <i>Materialkvalitet:</i> <i>Temperaturområde:</i> <i>Arbeidstrykkområde:</i> <i>Dimensjon:</i> <i>Dokumentasjon:</i> <i>Andre krav:</i> Nei Montert i rørledning.				

Sum denne side:

Akkumulert :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: x32 Romvarme Kapittel: 4 Armaturer for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 8
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
	Temperaturområde: 20 til +60 grader C				
	Ventilhuset skal være beregnet for 2-veis regulering fra romkontroll (inkludert motor), utføres som seteventil, være beregnet for små vannmengder. Ventilen skal ha integrert forinnstilling.				
	Som type: Danfoss RA-N eller tilsvarende	stk	0		
x32.4.16.1	Dimensjon: DN10	stk	142		
x32.4.16.2	Dimensjon: DN15	stk	18		
x32.4.17	Opsjon til motorstyrte radiatorventiler				
x32.4.18	<p><i>Lokalisering:</i></p> <p><i>Medium:</i></p> <p><i>Materialkvalitet:</i></p> <p><i>Temperaturområde:</i></p> <p><i>Arbeidstrykkområde:</i></p> <p><i>Dimensjon:</i></p> <p><i>Dokumentasjon:</i></p> <p><i>Andre krav:</i> Nei</p> <p>Montert i rørledning.</p> <p>Temperaturområde: 20 til +60 grader C</p> <p>Ventilhuset skal være beregnet for 2-veis regulering fra termostat (inkludert termostat montert på ventil), utføres som seteventil, være beregnet for små vannmengder. Ventilen skal ha integrert forinnstilling.</p> <p>Ventil: Som type Danfoss RA-N eller tilsvarende</p> <p>Termostat: Som type RA-2000</p> <p>Enhetspriser som opsjon til post UL5.2124</p> <p>PRIS:.....</p>				

Sum denne side:

Sum :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: x32 Romvarme Kapittel: 5 Utstyr for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 9
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
x32.5.34	<p>YL1.11131A VARMELEGEME TYPE VARMELEGEME: RADIATOR MEDIUM: VANN UTFØRELSE: MED PROFILERT FRONT OG BAKSIDE MATERIALE: LAKKERT STÅL</p> <p><i>Lokalisering:</i> <i>Tegningsbetegn:</i> <i>Temp.område på medium i tur/retur: 60/50°C</i> <i>Effekt: se underpost</i> <i>Arbeidstrykkområde: PN 10</i> <i>Dimensjon: se underpost</i> <i>Montasje: se underpost</i> <i>Andre krav:</i></p> <p>c) Utførelse - Likeverdig med Purmo Compact - Innebygget lufteventil - Brennlakkert i standard farge. - Farge: Standard hvit</p>				
x32.5.34.1	<p>Ett-panel med konveksjonsribbe.</p> <p><i>Effekt: 370 watt</i> <i>Dimensjon: L x H x D - 900 x 400 x 61</i> <i>Montasje: Vegghengt</i></p> <p>Inkl. tilbehør beskrevet i hovedpost.</p>	stk	92		
x32.5.34.2	<p>Ett-panel med konveksjonsribbe.</p> <p><i>Effekt: 440 watt</i> <i>Dimensjon: L x H x D 1000 x 400 x 61 mm</i> <i>Montasje: Vegghengt</i></p> <p>Inkl. tilbehør beskrevet i hovedpost.</p>	stk	27		
x32.5.35.1	<p>To-panel med konveksjonsribber.</p> <p><i>Effekt: 680 watt</i> <i>Dimensjon: L x H x D 900 x 400 x 102 mm</i> <i>Montasje: Vegghengt</i></p> <p>Inkl. tilbehør beskrevet i hovedpost.</p>	stk	9		

Sum denne side:

Akkumulert :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: x32 Romvarme Kapittel: 5 Utstyr for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 10
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
x32.5.36.1	To-panel med konveksjonsribber. <i>Effekt: 1100 watt</i> <i>Dimensjon: L x H x D 1400 x 400 x 102 mm</i> <i>Montasje: Vegghengt</i>				
	Inkl. tilbehør beskrevet i hovedpost.	stk	12		
x32.5.37.1	To-panel med konveksjonsribber. <i>Effekt: 1400 watt</i> <i>Dimensjon: L x H x D 1800 x 400 x 102 mm</i> <i>Montasje: Vegghengt</i>				
	Inkl. tilbehør beskrevet i hovedpost.	stk	2		
x32.5.38.1	To-panel med konveksjonsribber. <i>Effekt: 2100 watt</i> <i>Dimensjon: L x H x D 2600 x 400 x 102 mm</i> <i>Montasje: Vegghengt</i>				
	Inkl. tilbehør beskrevet i hovedpost.	stk	9		
x32.5.39.1	To-panel med konveksjonsribber. <i>Effekt: 2400 watt</i> <i>Dimensjon: L x H x D 3000 x 400 x 102 mm</i> <i>Montasje: Vegghengt</i>				
	Inkl. tilbehør beskrevet i hovedpost.	stk	9		

Sum denne side:

Sum :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: x32 Romvarme Kapittel: 6 Isolasjon av varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 11
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
x32.6.5	<p>SB2.11113299A ISOLERING AV RØRLEDNING - KOMPLETT MED MINERALULL TYPE PRODUKT: RØRSKÅLER OVERFLATEBELEGG: ARMERT ALUMINIUMSFOLIE UTEN NETTING TYKKELSE: T= 30mm: D<42mm T=40mm:D<54mm T=50mm: D<DN100</p> <p>Lokalisering: Lavtemperaturanlegg t/r +60/50°C Krav til fysiske egenskaper: Det skal benyttes rørskål av mineralull med varmeledningstall $\lambda_{10^{\circ}\text{C}} \leq 0,032 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ i henhold til NS-EN ISO 8497.</p> <p>Der isolasjon avsluttes mot utstyr, renskjæres den og utstyres med endemansjett. Anleggets armaturer og flenser overisoleres. Prefabrikerte puter med borrelås/strammespor eller formstøpte skåler kan benyttes.</p> <p>Åpne rørføring isoleres ikke.</p> <p>Isolering av rørdeler inngår i enhetspris.</p>				
x32.6.5.5	Tykkelse 30 mm. Dimensjon: 28 mm	m	29		
x32.6.5.7	Tykkelse 30 mm. Dimensjon: 35 mm	m	88		
x32.6.5.8	Tykkelse 30 mm. Dimensjon: 42 mm	m	42		
x32.6.5.9	Tykkelse 40 mm. Dimensjon: 54 mm	m	56		
x32.6.5.12	Tykkelse 50 mm. Dimensjon: DN 65	m	1		

Sum denne side:

Sum :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: y32 Teknisk rom Kapittel: 2 Ledningsnett for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 12
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
y32.2.2	<p>UA Rør- og sanitærinstallasjoner</p> <p>ANLEGGSBESKRIVELSE TEKNISK ROM</p> <p>Anlegget er bygget opp som vist på vedlagt systemskjema/teikning og som angitt i denne beskrivelsen.</p> <p>Kapitlet omfatter det komplette ledningsanlegg, med nødvendige strupe- og stengeventiler, oppheng, isolasjon, følerlommer for styre- og reguleringsutstyr, forbundet med varmeanlegget i teknisk rom.</p>				
y32.2.5	<p>UB3.144623199A KJØLE/VARMEBÆRERLEDNING - KOMPLETT TYPE LEDNING: VARMEBÆRERLEDNING MEDIUM: VARMT VANN MATERIALE: STÅL, VARMFORSINKET PLASSERING/MONTASJE: I BYGNING SKJØT: PRESSFITTINGS <i>Andre krav:</i> Utførelse og tilbehør som beskrevet i hovedpost UBA.</p> <p>PRESSFITTINGSSYSTEM</p> <p><i>Som beskrive under post x32.2.5 Romvarme.</i></p>				
y32.2.5.1	Dimensjon: ø12 mm	m	1		
y32.2.5.3	Dimensjon: ø28 mm	m	4		
y32.2.5.4	Dimensjon: ø42 mm	m	6		
y32.2.6	<p>UB3.144613100A KJØLE/VARMEBÆRERLEDNING - KOMPLETT TYPE LEDNING: VARMEBÆRERLEDNING MEDIUM: VARMT VANN MATERIALE: STÅL PLASSERING/MONTASJE: I BYGNING SKJØT: VALGFRI</p>				

Sum denne side:

Akkumulert :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: y32 Teknisk rom Kapittel: 2 Ledningsnett for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 13
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
	<i>Andre krav:</i> Utførelse og tilbehør som beskrevet i hovedpost UBA. VARMEBÆRERLEDNINGER Som beskrive under post x32.2.6 Romvarme.				
y32.2.7.1	Dimensjon: DN 65	m	4		
y32.2.7.3	Dimensjon: DN 80	m	9		
y32.2.11	UB7 Diverse				
y32.2.15	UB7.2 Separate rørtilkoblinger				
	Tilkoblinger til og innmontering av utstyr levert av byggherre eller annen entreprise.				
y32.2.16	UB7.21A SEPARAT RØRTILKOBLING				
	MUFFER FOR FØLERE				
	Påsveising av muffer for følere, givere etc.etter anvisning av automatikkleverandøren	stk	8		
y32.2.24	UB8 Prøving, kontroll og klargjøring av ledningsanlegg				
	Post gjeldende for hele anlegget.				
y32.2.24.1	UB8.3A Prøving, kontroll og klargjøring av kjøle- og varmebærerledninger				
	<i>Andre krav:</i> <i>Lokalisering:</i> Gjelder alle varmebærerledninger uavhengig av medium og rørmaterialer. <i>Prøvetrykk:</i> <i>Rørmateriale:</i> <i>Dimensjon:</i>				

Sum denne side:

Akkumulert :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: y32 Teknisk rom Kapittel: 2 Ledningsnett for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 14
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
y32.2.25	<i>Andre krav:</i> Inkl. ytelser som inngår i hovedpost, bl.a. - trykkprøving av ledningsnett - innregulering av vannmengder. Prøve- og innreguleringsprotokoller skal inngå i FDV-instruksen. UJ8 Medier for oppfylling av anlegg Post gjeldende for hele anlegget.	RS			
y32.2.26	UJ8.14A OPPFYLLING AV ANLEGG MED MEDIUM MEDIUM: VANN Entreprenøren skal beregne tømning og oppfylling av varmeanlegget 3 ganger med nødvendig lufting i løpet av byggeperioden og garantitiden. Anlegget skal være ferdig utluftet før innregulering.	RS			

Sum denne side:

Sum :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: y32 Teknisk rom Kapittel: 4 Armaturer for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 15
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
y32.4.5	UL1.4301A STENGEVENTIL, KULEVENTIL MEDIUM: VARMEBÆRER MATERIALE: VALGFRITT SKJØTEMETODE: GJENGESKJØT Trykkklasse: PN 10 Tilbehør: - Hendel - Lang spindel				
y32.4.5.1	Dimensjon: DN 10	stk	2		
y32.4.5.4	Dimensjon: DN 25	stk	1		
y32.4.6	UL1.5314A STENGEVENTIL, SPJELDVENTIL MEDIUM: VARMEBÆRER MATERIALE: STØPEJERN SKJØTEMETODE: FLENSKJØT Trykkklasse: PN 10 Tilbehør: - flenser, bolter og pakninger				
y32.4.6.3	Dimensjon: DN 80	stk	3		
y32.4.8.1	UL3.22321 TILBAKESLAGSVENTIL TYPE: FJÆRBELASTET MEDIUM: VARMEBÆRER MATERIALE: STÅL SKJØTEMETODE: GJENGESKJØT				
y32.4.8.4	Dimensjon: DN 25	stk	1		
y32.4.12	UL5.11391A STRUPEVENTIL TYPE: SETEVENTIL MEDIUM: VARMEBÆRER MATERIALE: MESSING SKJØTEMETODE: GJENGESKJØT				

Sum denne side:

Akkumulert :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: y32 Teknisk rom Kapittel: 4 Armaturer for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 16
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
y32.4.12.4	<p>Temperaturområde: -20 til +120 grader C Tilbehør: - måleuttak og uttømmingsnippel - isolasjonskappe tilpasset ventildimensjon</p> <p>Dimensjon: DN 25</p>	stk	1		
y32.4.13	<p>UL5.11394A STRUPEVENTIL TYPE: SETEVENTIL MEDIUM: VARMEBÆRER MATERIALE: MESSING SKJØTEMETODE: FLENSKJØT</p> <p>Temperaturområde: -20 til +120 grader C Tilbehør: - måleuttak og uttømmingsnippel</p>				
y32.4.13.2	<p>Dimensjon: DN 80</p>	stk	1		
y32.4.17	<p>UL5.5 Direktevirkende reguleringsventiler</p>				
y32.4.18	<p>UL5.513201 DIREKTEVIRKENDE REGULERINGSVENTIL TYPE: TRYKKSTYRT MED INNBYGD GIVER MEDIUM: VARMEBÆRER RØRLØP: TOVEIS MATERIALE: VALGFRITT SKJØTEMETODE: GJENGESKJØT</p>				
y32.4.18.8	<p>Differansetrykkregulator Medium: varmt vann</p> <p>Dimensjon: DN65</p>	stk	1		
y32.4.26	<p>XQ1 Instrumenter for måling av nåverdier</p> <p>Måleinstrumenter som monteres inn i anlegget skal ha en målenøyaktighet på $\pm 1^{\circ}\text{C}$ eller ± 0.1 bar. Instrumentene skal monteres som angitt av leverandør for at målenøyaktigheten skal kunne overholdes.</p>				

Sum denne side:

Akkumulert :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: y32 Teknisk rom Kapittel: 4 Armaturer for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 17
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
y32.4.27	XQ1.11122 MÅLEINSTRUMENT ANVENDELSE: MÅLING AV TEMPERATUR VIRKEMÅTE: DIREKTE MÅLING AVLESNING: ANALOG KAPSLINGSGRAD: IP40	stk	3		
y32.4.28	XQ1.12122 MÅLEINSTRUMENT ANVENDELSE: MÅLING AV ABSOLUTT TRYKK VIRKEMÅTE: DIREKTE MÅLING AVLESNING: ANALOG KAPSLINGSGRAD: IP40	stk	2		

Sum denne side:

Sum :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: y32 Teknisk rom Kapittel: 5 Utstyr for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 18
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
y32.5.6	<p>UH2.2322A EKSPANSJONSKAR TYPE EKSPANSJONSKAR: LUKKET MED MEMBRAN MEDIUM: FOR VARMEBÆRER MONTASJE: GULVMONTERT MATERIALE: STÅL</p> <p>Tilbehør: - Veggbrakett m/festebolter - 2 stk sikkerhetsventiler - Automatisk luftepotte - Sikkerhetsledning - Overflomsrør fra sikkerhetsventiler til sluk - Manometer med merket skala: "Min.trykk"- "Maks.trykk"- "Blåsetrykk" - Kuleventil mellom sikkerhetsventil og kar</p>				
y32.5.6.1	<p>Totalt volum: 2300 liter Ladetrykk: 7 meter Blåsetrykk: 4 bar Driftstrykk: 1,2 - 3,5 bar Sikkerhetsventiler: 2 stk Temperaturer: 10 til 60°C</p>	stk	1		
y32.5.12	<p>UJ1.9100A PREFABRIKERT RENSEANLEGG TYPE: Vannrenseanlegg UTFØRELSE: SIRKULÆR TANK MONTASJE: VALGFRI MATERIALE: VALGFRITT</p> <p>Vannbehandlingsanlegg for filtrering og pH-regulering av vann i lukket sirkulasjonssystem, type Elysator eller tilsvarende. Anlegget leveres med styreskap og automatikk for automatisk returspyling av filter, styrt fra trykkdifferanse over filtertank og automatisk etterfylling av vann. Overføring av drift og feil til SD-anlegg via Modbus RTU.</p> <p>Størrelse/kapasitet tilpasses vannvolum i systemet.</p> <p>Filtreringsgrad: Maks. 50 µm Medium: Varmt vann 5-60 °C</p>				

Sum denne side:

Akkumulert :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: y32 Teknisk rom Kapittel: 5 Utstyr for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 19
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
y32.5.12.1	Systemvolum: 2300 liter	stk	1		
y32.5.13	<p>UJ1.9992A PREFABRIKERT RENSEANLEGG TYPE: GROVFILTER UTFØRELSE: TILPASSET RØRDIMENSJONEN MONTASJE: I RØRNETT MATERIALE: LAKKERT STÅL</p> <p>Medium: Varmt vann Tilbehør: - Flenseutførelse for dimensjoner > DN 50 - Motflenser - Pakninger og bolter - Manometer med manometerkran og avstengningsventiler (2 stk.), montert i bypass over silen</p>				
y32.5.13.2	<p>Vannmengde: 3,9 l/s Trykkklasse: PN 10 Dimensjon: DN 80</p>	stk	1		
y32.5.18	<p>UJ5.2100A LUFTUTSKILLER TYPE: MEKANISK MED SLAMUTSKILLING UTFØRELSE: SIRKULÆR TANK MONTASJE: VALGFRI MATERIALE: VALGFRITT</p> <p>MIKROBOBLEUTSKILLER</p> <p>Mikrobobleutskiller basert på å fjerne større luftmengder og flytende smuss samt smuss tyngre enn vann. Monteres horisontalt Medie: Varmt vann</p>				
y32.5.18.2	<p>Vannmengde, maks: 3,9 l/s Trykkklasse: PN 10 Dimensjon: DN 80</p>	stk	1		

Sum denne side:

Akkumulert :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: y32 Teknisk rom Kapittel: 5 Utstyr for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 20
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
y32.5.20	<p>UN2A Pumper</p> <p>GENERELT FOR PUMPER</p> <p>Samtlige pumper beskrevet under kapittel UN2 skal ha tilkobling for ekstern start/stopp og turtallsregulering fra SD-anlegget, med utgang for overføring av drift, feilsignal og statussignal om pumpe styres manuelt(potensialdrift).</p> <p>Pumpene skal leveres med frekvensomformer påbygget og integrert differansetrykktransmitter, evt. ekstern frekvensomformer og differansetrykk giver. Tilsvarende skal pumpene være tilrettelagt for styring med variabel mengde.</p>				
y32.5.21	<p>UN2.121111240A PUMPE</p> <p>VERSJON: DOBBEL TYPE PUMPE: SIRKULASJONS-PUMPE, VÅTLØPER MEDIUM: VANN MATERIALE I PUMPEHJUL: RUSTFRITT STÅL MATERIALE I PUMPEHUS: STØPEJERN MONTASJE: VALGFRI</p> <p><i>Annet:</i> Utførelse og tilbehør som beskrevet i hovedpost UN2A.</p> <p>Lokalisering: Tekniske rom Temperaturområde: 5-95 grader C Arbeidstrykkområde: 0-10 bar</p> <p>Tilbehør:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Frekvensomformer - Elektronisk styring integrert i koblingsboks. - Automatisk regulering av differansetrykket - Mulighet for individuell innstilling <ul style="list-style-type: none"> - Fundament med gummidemping, evt.klamring for innspenning i rørnett - Nødvendige overgangsdeler (flenser/unioner) - Pumpehus forsynt med luftenippel - Manometer med rør og manometerkraner for avlesing av differansetrykk over pumpen. - Støysvak drift 				

Sum denne side:

Akkumulert :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: y32 Teknisk rom Kapittel: 5 Utstyr for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 21
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
y32.5.21.1	Betjeningsområde: Hovedpumpe varme Mengde: 4,2 l/s Trykkøkning: 60 kPa	stk	1		

Sum denne side:

Sum :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: y32 Teknisk rom Kapittel: 6 Isolasjon av varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 22
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
y32.6.5	<p>SB2.11113299A ISOLERING AV RØRLEDNING - KOMPLETT MED MINERALULL TYPE PRODUKT: RØRSKÅLER OVERFLATEBELEGG: ARMERT ALUMINIUMSFOLIE UTEN NETTING TYKKELSE: Som kap. x32.6.5</p> <p>Lokalisering: Høgtemperaturanlegg t/r +80°/70° C Krav til fysiske egenskaper: Det skal benyttes rørskål av mineralull med varmeledningstall $\lambda_{10^{\circ}\text{C}} \leq 0,032 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ i henhold til NS-EN ISO 8497.</p> <p>Der isolasjon avsluttes mot utstyr, renskjæres den og utstyres med endemansjett. Anleggets armaturer og flenser overisoleres.</p> <p>Isolering av ventil/deler skal inkluderes enhetspris.</p>				
y32.6.5.8	Tykkelse 30 mm. Dimensjon: 28 mm	m	4		
y32.6.5.10	Tykkelse 30 mm. Dimensjon: 42 mm	m	6		
y32.6.5.12	Tykkelse 50 mm. Dimensjon: DN 65	m	4		
y32.6.5.13	Tykkelse 50 mm. Dimensjon: DN 80	m	9		

Sum denne side:

Sum :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: z32 Ventilasjonsvarme Kapittel: 2 Ledningsnett for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 23
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
z32.2.2	<p>UA Rør- og sanitærinstallasjoner</p> <p>ANLEGGSBESKRIVELSE VENTILASJONSVARME</p> <p>Anlegget er bygget opp som vist på tegninger/systemskjema, og som angitt i denne beskrivelsen.</p> <p>Entreprisen omfatter følgende utstyr, plassert i teknisk rom:</p> <ul style="list-style-type: none"> • komplett ledningsanlegg • nødvendige strupe- og stengeventiler • oppheng, isolasjon, følerlommer for styre- og reguleringsutstyr • tilknytninger av ventilasjonsbatterier. 				
z32.2.5	<p>UB3.144623199A KJØLE/VARMEBÆRERLEDNING - KOMPLETT TYPE LEDNING: VARMEBÆRERLEDNING MEDIUM: VARMT VANN MATERIALE: STÅL, VARMFORSINKET PLASSERING/MONTASJE: I BYGNING SKJØT: Patentkobling <i>Andre krav:</i> Utførelse og tilbehør som beskrevet i hovedpost UBA.</p> <p>PRESSFITTINGSSYSTEM</p> <p><i>Som beskrive under post x32.2.5 Romvarme.</i></p>				
z32.2.5.7	Dimensjon: ø54 mm	m	22		
z32.2.11	UB7 Diverse				
z32.2.15	UB7.2 Separate rørtilkoblinger				
	Tilkoblinger til og innmontering av utstyr levert av byggherre eller annen entreprise, samt tilknytning til eksisterende ledningsnett				

Sum denne side:

Akkumulert :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: z32 Ventilasjonsvarme Kapittel: 2 Ledningsnett for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 24
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
z32.2.16	UB7.21A SEPARAT RØRTILKOBLING MUFFER FOR FØLERE Påsveising av muffer for følere, givere etc.etter anvisning av automatikkleverandøren	stk	2		
z32.2.19	UB7.21A Tilkobling av varmebatteri Tilbehør: - Nødvendige overganger til batteri.				
z32.2.19.2	Dimensjon: DN25-DN50	stk	1		

Sum denne side:

Sum :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: z32 Ventilasjonsvarme Kapittel: 4 Armaturer for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 25
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
z32.4.5	UL1.4301A STENGEVENTIL, KULEVENTIL MEDIUM: VARMEBÆRER MATERIALE: VALGFRI SKJØTEMETODE: GJENGESKJØT Trykkklasse: PN 10 Tilbehør: - Hendel - Lang spindel				
z32.4.5.1	Dimensjon: DN 40	stk	1		
z32.4.5.6	Dimensjon: DN 50	stk	1		
z32.4.8.1	UL3.22321 TILBAKESLAGSVENTIL TYPE: FJÆRBELASTET MEDIUM: VARMEBÆRER MATERIALE: STÅL SKJØTEMETODE: GJENGESKJØT				
z32.4.8.6	Dimensjon: DN 40	stk	1		
z32.4.12	UL5.11391A STRUPEVENTIL TYPE: SETEVENTIL MEDIUM: VARMEBÆRER MATERIALE: MESSING SKJØTEMETODE: GJENGESKJØT Temperaturområde: -20 til +120 grader C Tilbehør: - måleuttak og uttømmingsnippel				
z32.4.12.1	Dimensjon: DN 40	stk	1		
z32.4.12.6	Dimensjon: DN 50	stk	1		
z32.4.27	UL5.413200 REGULERINGSVENTIL TYPE: MOTORSTYRT SETEVENTIL MEDIUM: VARMEBÆRER RØRLØP: TOVEIS MATERIALE: VALGFRI SKJØTEMETODE: VALGFRI <i>Lokalisering:</i> <i>Medium:</i>				

Sum denne side:

Akkumulert :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: z32 Ventilasjonsvarme Kapittel: 4 Armaturer for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 26
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
z32.4.28	<i>Materialkvalitet:</i> <i>Temperaturområde:</i> <i>Arbeidstrykkområde:</i> <i>Dimensjon:</i> <i>Dokumentasjon:</i> <i>Andre krav: Nei</i>				
	Dimensjon: DN 32	stk	1		
	XQ1.11122 MÅLEINSTRUMENT ANVENDELSE: MÅLING AV TEMPERATUR VIRKEMÅTE: DIREKTE MÅLING AVLESNING: ANALOG KAPSLINGSGRAD: IP40	stk	2		

Sum denne side:

Sum :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: z32 Ventilasjonsvarme Kapittel: 5 Utstyr for varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 27
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
z32.5.20	<p>UN2A Pumper</p> <p>GENERELT FOR PUMPER</p> <p>Samtlige pumper beskrevet under kapittel UN2 skal ha tilkobling for ekstern start/stopp og fast styring av turtall, med utgang for overføring av drift, feilsignal og statussignal om pumpe styres manuelt(potensialdrift).</p> <p>Tilslutning for ekstern start/stopp med utgang for overføring av signaler til SD-anlegg</p>				
z32.5.24	<p>UN2.11111223A PUMPE</p> <p>VERSJON: ENKEL TYPE PUMPE: SIRKULASJONS-PUMPE, VÄTLÖPER MEDIUM: VANN MATERIALE I PUMPEHJUL: RUSTFRITT STÅL MATERIALE I PUMPEHUS: RUSTFRITT STÅL MONTASJE: PÅ BRAKETT</p> <p>Sekundærpumper for ventilasjonsbatterier.</p> <p>Lokalisering: Tekniske rom Temperaturområde: 5-80 grader C Arbeidstrykkområde: 0-10 bar</p> <p>Tilbehør: - Fast styring av turtall - Drifts-, feil og status-signal til SD-anlegg - Mulighet for individuell innstilling - Klamring for innspenning i rørnett - Nødvendige overgangsdeler (flenser/unioner) - Støysvak drift</p>				
z32.5.24.2	<p>Shuntpumpe for varmebatteri</p> <p>Mengde: 1,2 l/s Trykkøkning: 30 kPa</p>	stk	1		

Sum denne side:

Sum :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

Kontorbygg BRA 3600 TEK10 6050 fullfleks - Dokumentgruppe: z32 Ventilasjonsvarme Kapittel: 6 Isolasjon av varmeinstallasjoner			COWI		
			Dato: 27.06.2011		Side 28
Postnr/kode	Kode/Tekst	Enhet	Mengde	Pris	Sum
z32.6.5	SB2.11113299A ISOLERING AV RØRLEDNING - KOMPLETT MED MINERALULL TYPE PRODUKT: RØRSKÅLER OVERFLATEBELEGG: ARMERT ALUMINIUMSFOLIE UTEN NETTING TYKKELSE: Som kapitel x32.6.5 Beskrivelse som kapitel y32.6.5				
z32.6.5.9	Tykkelse 30 mm. Dimensjon: 42 mm	m	4		
z32.6.5.10	Tykkelse 40 mm. Dimensjon: 54 mm	m	22		

Sum denne side:

Sum :

Enova Faktastudie - Anleggskostnad varme

INNHOLDSFORTEGNELSE	COWI	
	Dato: 27.06.2011	Side I-1
x32 Romvarme		4
2 Ledningsnett for varmeinstallasjoner		4
4 Armaturer for varmeinstallasjoner		7
5 Utstyr for varmeinstallasjoner		9
6 Isolasjon av varmeinstallasjoner		11
y32 Teknisk rom		12
2 Ledningsnett for varmeinstallasjoner		12
4 Armaturer for varmeinstallasjoner		15
5 Utstyr for varmeinstallasjoner		18
6 Isolasjon av varmeinstallasjoner		22
z32 Ventilasjonsvarme		23
2 Ledningsnett for varmeinstallasjoner		23
4 Armaturer for varmeinstallasjoner		25
5 Utstyr for varmeinstallasjoner		27
6 Isolasjon av varmeinstallasjoner		28

Anbudsskjema

x32.2	Ledningsnett for varmeinstallasjoner
x32.4	Armaturer for varmeinstallasjoner
x32.5	Utstyr for varmeinstallasjoner
x32.6	Isolasjon av varmeinstallasjoner
x32	Romvarme
y32.2	Ledningsnett for varmeinstallasjoner
y32.4	Armaturer for varmeinstallasjoner
y32.5	Utstyr for varmeinstallasjoner
y32.6	Isolasjon av varmeinstallasjoner
y32	Teknisk rom
z32.2	Ledningsnett for varmeinstallasjoner
z32.4	Armaturer for varmeinstallasjoner
z32.5	Utstyr for varmeinstallasjoner
z32.6	Isolasjon av varmeinstallasjoner
z32	Ventilasjonsvarme

TEK10

Kontorbygg 3 etasjer a 1200m² = 3600m²

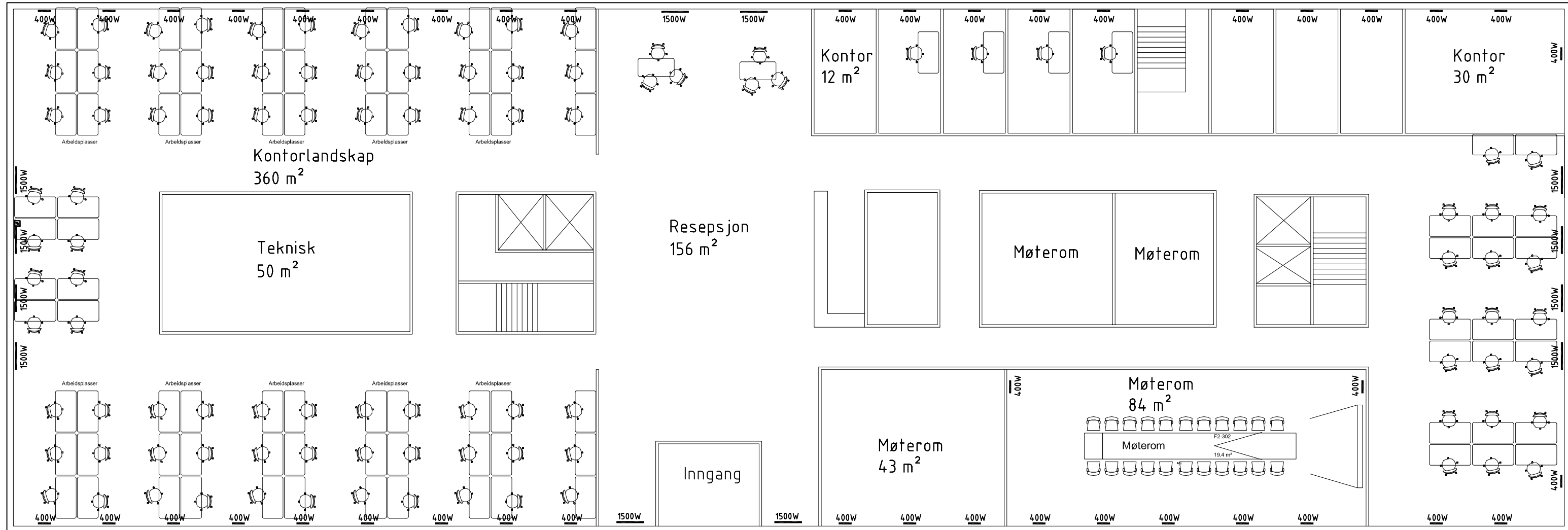
Effektbehov: 3600x31 = 111,6kW = 37,2kW/etg

Installert effekt/etg: 34,8kW/etg

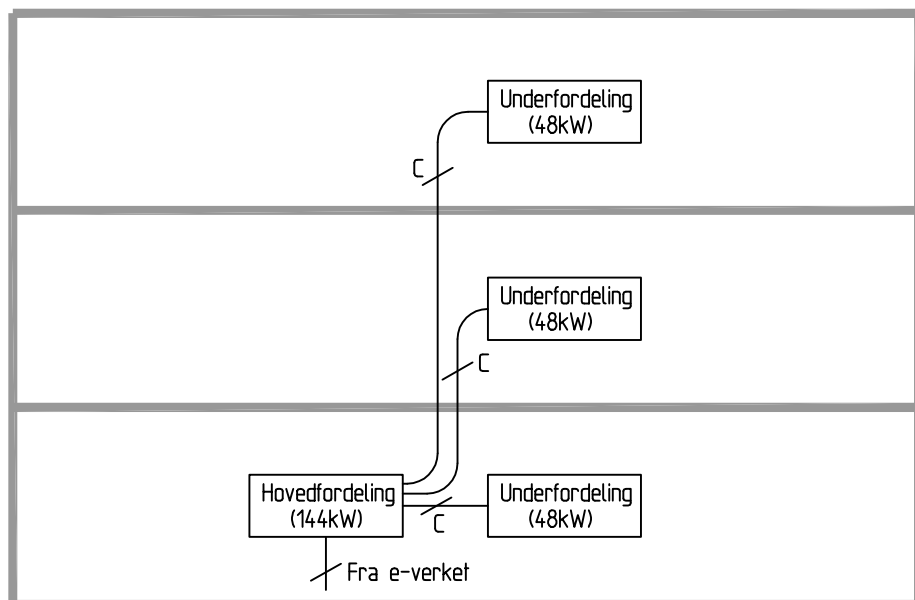
5 stk kurser 16/4p

400W: 42 stk

1500W: 12 stk

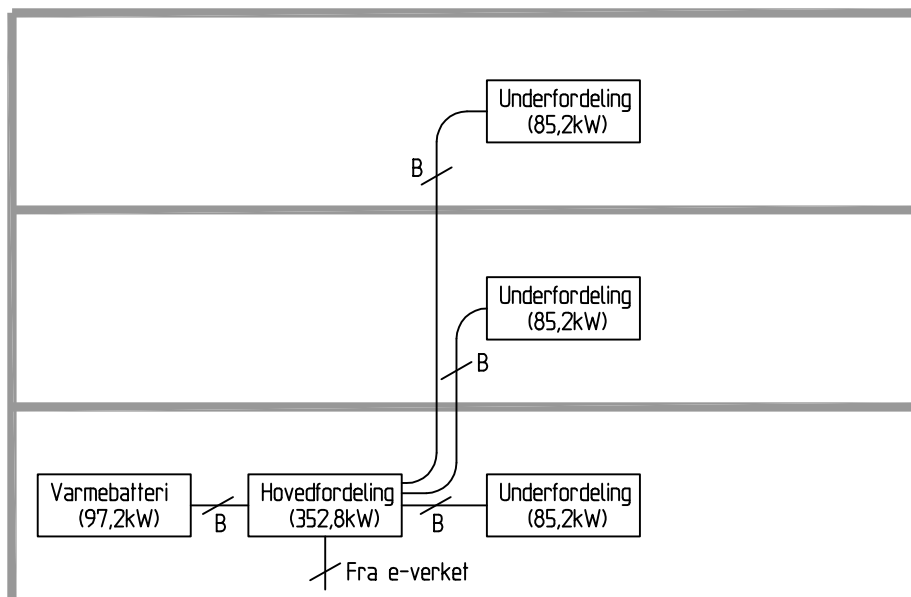


Kontor 3600m² ekskl. varme



B: PFSP 4x95 Al (183A)
C: PFSP 4x50 Al (117A)

Kontor 3600m² inkl. varme TEK10



Forutsetninger for dimensjonering av strømforsyning

Spenningsystem **400 V TN-S**

Effektfaktor **0,87 (For generelle forsyning. For elvarme er effektfaktor 1,0)**

	Areal	Effektbehov eksklusive varme		TN-S	Valgt inntaksbryter	Beregnet watt/m2
Enebolig	128 m2	50 W/m2	6,4 kW	11 A	50 A	50 W/m2
Barnehage	300 m2	40 W/m2	12,0 kW	20 A	160 A	40 W/m2
Boligblokk	3 240 m2	40 W/m2	129,6 kW	215 A	250 A	40 W/m2
Kontorbygg	3 600 m2	40 W/m2	144,0 kW	239 A	400 A	40 W/m2
Kontorbygg	7 200 m2	35 W/m2	252,0 kW	418 A	630 A	35 W/m2

	Areal	Totalt effektbehov TEK 10	TN-S	Valgt inntaksbryter TEK 10	
Enebolig	128 m2	10,9 kW	17 A	50 A	85 W/m2
Barnehage	300 m2	28,8 kW	44 A	160 A	96 W/m2
Boligblokk	3 240 m2	220,3 kW	346 A	400 A	68 W/m2
Kontorbygg	3 600 m2	352,8 kW	540 A	630 A	98 W/m2
Kontorbygg	7 200 m2	655,2 kW	1 000 A	1 000 A	91 W/m2

	Areal	Totalt effektbehov PH	TN-S	Valgt inntaksbryter PH	
Enebolig	128 m2	8,8 kW	14 A	50 A	69 W/m2
Barnehage	300 m2	20,4 kW	32 A	160 A	68 W/m2
Boligblokk	3 240 m2	178,2 kW	285 A	400 A	55 W/m2
Kontorbygg	3 600 m2	234,0 kW	369 A	400 A	65 W/m2
Kontorbygg	7 200 m2	460,8 kW	719 A	800 A	64 W/m2

Prosjekt : Prosjekt						Side 1
Detaljert element rapport for delprosjekt : Kontorbygg 3600m2 TEK10						
Konto LNR BDEL	NS Kode	Tekst	Enh	Mgd	Enh. pris	Pris kr/BTA
1		FELLESKOSTNADER				
1.1		Rigging osv.				1
001		Rigg for RIE-fag	kr	412 300,00	0,01	1,15
11		Rigg for RIE-fag	kr	4 123,00	1,00	1,145
1.2		Drift av byggeplass				3
001		Drift for RIE-fag	kr	412 300,00	0,03	3,44
12		Drift for RIE-fag	kr	12 369,00	1,00	3,436
1.3		Entrepriseadministrasjon				0
1.4		Andre felleskostnader				0
1.8		Hjelpearbeider for tekniske anlegg				0
1.9		Diverse				0
		SUM : 1 FELLESKOSTNADER				5

Prosjekt : Prosjekt						Side 2
Detaljert element rapport for delprosjekt : Kontorbygg 3600m2 TEK10						
Konto LNR BDEL	NS Kode	Tekst	Enh	Mgd	Enh. pris	Pris kr/BTA
4		ELKRAFT				
4.1		Basisinstallasjon for elkraft				9
001		Tilknytningsavgift kontor 3600m2 TEK10	stk	1,00	30 900,00	8,58
41		Tilknytningsavgift kontor 3600m2	kr/kVA	209,00	100,00	5,806
41		Tilknytningsavgift økning til over 200kVA	stk	1,00	10 000,00	2,778
4.2		Høyspent forsyning				0
4.3		Lavspent forsyning				60
007		Forsterke strømforsyningen for kontor 3600m2 - TEK10	stk	1,00	15 800,00	4,39
43		Oppgradere hovedtavle fra 400 til 630A	stk	1,00	5 000,00	1,389
43		Oppgradere effektbryter fra 400 til 630A	stk	1,00	5 000,00	1,389
43		Oppgradere stige kabler fra 50mm2 til 95mm2	m	40,00	70,00	0,778
43		Øke effektbrytere fra 125 til 160A	stk	3,00	1 000,00	0,833
43		Forsterke underfordelinger (Ikke aktuelt)	stk	3,00	0,00	0,000
008		Varmebatteri kontor 3600m2 TEK10	stk	1,00	48 250,00	13,40
43		Kabel 95mm2	m	25,00	250,00	1,736
43		Effektbrytere 160A	stk	1,00	6 000,00	1,667
43		Oppgradering automatikktavle til 97kW	stk	1,00	20 000,00	5,556
43		4 stk punkter til varmbatteri 10mm2 (35A)	stk	4,00	4 000,00	4,444
009		3-fase kombivern til varmeovner	stk	15,00	1 000,00	4,17
43		3-fase kombivern til varmeovner	stk	15,00	1 000,00	4,167
010		Punk varme kontor 3600	stk	162,00	850,00	38,25
45		Punk varme kontor 3600	stk	162,00	850,00	38,250
4.4		Lys				0
4.5		Elvarme				38
003		Varmeovn 400W	stk	126,00	750,00	26,25
45		Varmeovn 400W	stk	126,00	750,00	26,250
006		Varmeovn 1500W	stk	36,00	1 150,00	11,50
45		Varmeovn 1500W	stk	36,00	1 150,00	11,500
4.6		Reservekraft				0
		SUM : 4 ELKRAFT				107

Prosjekt : Prosjekt						Side 3
Detaljert element rapport for delprosjekt : Kontorbygg 3600m2 TEK10						
Konto LNR BDEL	NS Kode	Tekst	Enh	Mgd	Enh. pris	Pris kr/BTA
5		TELE OG AUTOMATISERING				
5.1		Basisinstallasjon for tele og automatisering				0
5.2		Integrert kommunikasjon				0
5.3		Telefoni og personsøkning				0
5.4		Alarm og signal				0
5.5		Lyd og bilde				0
5.6		Automatisering				8
002		Elkraft styresystem		1,00	28 750,00	7,99
56		Kontakorer/ rele pr kurs	stk	15,00	1 200,00	5,000
56		Termostat i lokalet inkl. kabling	stk	3,00	1 250,00	1,042
56		Koplingsur (Årsur)	stk	1,00	4 000,00	1,111
56		Signalkabel mellom fordelinger	stk	3,00	1 000,00	0,833
5.7		Instrumentering				0
		SUM : 5 TELE OG AUTOMATISERING				8