

## NOTAT I-01

<b>Projekt</b>	Bellahøj - Ikon i København
<b>Projektnummer</b>	3771300104
<b>Kundenavn</b>	Henning Larsen Architects
<b>Emne</b>	Indledende overvejelser for ventilationsanlæg
<b>Til</b>	Morten Ørsager, Mikkel Hune
<b>Fra</b>	Ronni Hedegaard
<b>Projektleder</b>	Berit Mynzberg
<b>Kvalitetssikring</b>	Jørn Schultz
<b>Revisionsnr.</b>	-
<b>Godkendt af</b>	Sigurd Andersen
<b>Udgivet</b>	04-11-2014

### 1. Baggrund

Renoveringen af Bellahøj indeholder et mål om at kunne overholde energikrav for bygningsreglement af 2010 (BR10), hvilket bl.a. omfatter, at der etableres ventilationsanlæg med varmegenvinding. Alternativt skal varmen fra afkastluften udnyttes fordelagtigt i bygningens anlæg.

Introduktionen af ventilation med varmegenvinding vil foruden energigevinster også medvirke til at mindske risikoen for skimmelsvampangreb, hvor facade- og altankonstruktionerne ikke kan efterisoleres optimalt.

Der er samtidigt bindinger i renoveringen omkring indgreb i bygningerne, idet bygningernes høje bevaringsværdi skal bibeholdes.

Nærværende notat omhandler de overordnede analyser af mulighederne for at etablere ventilation med varmegenvinding.

### 2. Den eksisterende bebyggelse

De nuværende boliger ventileres via naturlig ventilation, idet der fra hvert køkken er aftræk over tag.

Det vides ikke hvorledes denne naturlige ventilation i øvrigt fungerer,

- er der friskluftventiler i vinduerne?
- hvor store er de nuværende kanaler?
- er der aftræk fra badeværelser også?
- er der luft under de indvendige døre?

Disse forhold kan være forskellige fra afdeling til afdeling og bør registreres.

### 3. Mulige løsninger

Indledningsvis findes der to forskellige grundformer for ventilation.

Den klassiske løsning med centralt ventilationsanlæg, som forsyner opholdsrum i en boligblok med friskluft og udsuger en tilsvarende mængde. I disse anlæg indbygges en varmeplade for at indblæse forvarmet luft og en varmeveksler genindvinder varmen fra afkastluften med op til 80 %.

Der findes også mindre decentrale anlæg, som kan sidde i hver enkelt boligenhed.

Ud over mekanisk ventilation kan man have naturlig ventilation, hvor vind og trykforhold sørger for et luftskifte i en bolig. Udsugning fra køkken og bad kan ske ved naturligt aftræk.

Radiatorer sørger for at opvarme den kolde udeluft, men der er risiko for trækgener i nærheden af friskluftventiler.

En ulempe ved naturlig ventilation, er at den er afhængig af vejrforhold og man kan ikke genindvinde varmen umiddelbart.

I følgende tekst vil principielle muligheder og retningslinjer for ventilering af punkthusene blive beskrevet.

Principperne skal overholde BR10 krav, samt diverse danske normer omkring brand, isolering og ventilation mm.

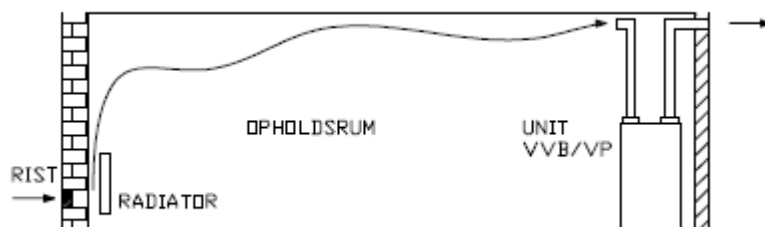
### Decentral mekanisk udsugning med luft/vand varmepumpe:

En decentral enhed placeres i et skab eller et tilsvarende areal inddrages i hver lejlighed. Enheden fylder ca. 600x660x1400 og indeholder udsugningsventilator, varmtvandsbeholder, varmepumpe og automatik. Alle enheder skal kunne serviceres.

Udsugning kan ske via kanaler fra emhætte og -kontrolventil i bad og afkast skal være ud til fælles aftrækskanal eller med separate kanaler som føres over tag. Separate afkastkanaler skal brandisoleres. Benyttes separate kanaler vil løsningen kun kunne omfatte et begrænset antal etager, når krav til luftmængde og specifikt elforbrug skal overholdes.

Friskluftindtag kan ske gennem friskluftventil eller -spjæld bag radiatorer i alle opholdsrum. På den måde undgår man indblæsningskanaler og -ventiler.

Ved denne løsning udnyttes varmen i afkastet til at opvarme brugsvand og/eller kan overføres varmesystemet i boligenheden med hjælp fra varmepumpen.



Figur 1. Princip for decentral mekanisk udsugning med luft/vand varmepumpe

### Centralt ventilationsanlæg med varmegenindvinding:

Et centralt mekanisk ventilationsanlæg placeres i kælderen, hvor et lokale indrettes til ventilationsrum. Det kunne f.eks. cykelparkering eller depoter. Ved denne løsning er kun et enkelt anlæg som skal service-res og man behøver ikke adgang til beboernes lejligheder.

Fra ventilationsrummet føres hovedkanaler til indblæsning, udsugning og afkast gennem installationsskakt jf. nedenstående illustration.

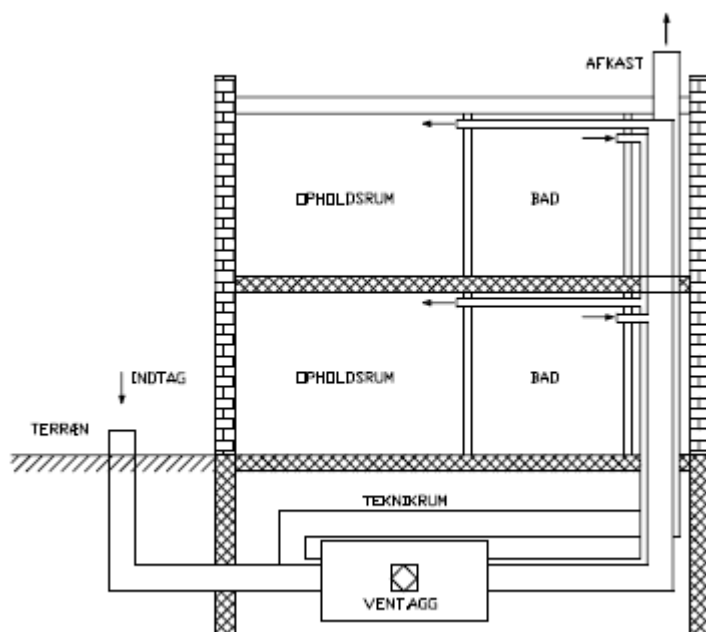
Der suges luft fra bad og køkken, indblæses friskluft i alle opholdsrum. Afkast føres over tag.

Der vil uundgåeligt være mindre vandrette kanaler i hver enkelt bolig-enhed. Kanaler går fra installationsskakt til opholdsrum, men kan ind-dækkes i en rørkasse. Kanalaftgreningen vil være i størrelsesordenen  $\varnothing 125-160$ .

Ved denne løsning genindvindes varmen fra afkastet til at opvarme friskluft med op til 85 %. Det er en konventionel, hyppigt anvendt, men også dyr løsning.

Der skal sikres mod brand- og røgspredning og der findes forskellige løsningsmodeller til dette.

Den største udfordring bliver at finde plads til en installationsskakt med 3 stk.  $\varnothing 400$  kanaler evt. med 60mm brandisolering på kanaler.



Figur 2. Princip for centralt ventilationsanlæg med varmegenindvinding

### Naturlig ventilation med central varmegenindvinding fra afkastluften (NVVK):

Anlægsopbygningen er beskrevet i oktober 2014-udgaven af branchemagasinet HVAC. Løsningen er implementeret på Diamanten i Fynshav, der blev tildelt Renoverprisen 2014 for Danmarks bedste renovering 2014.

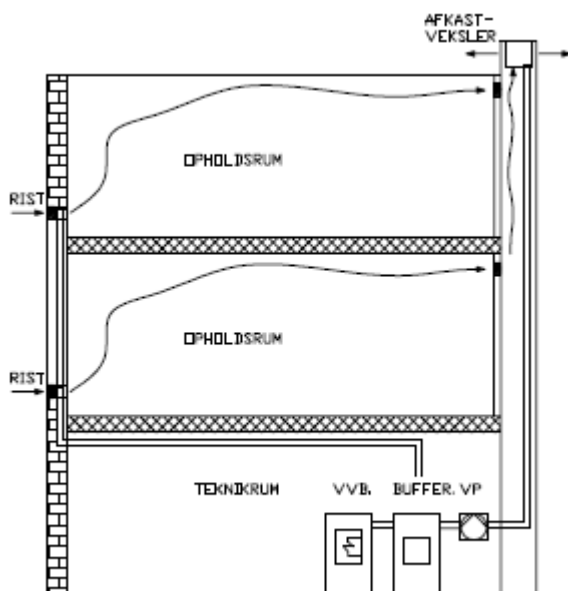
Konceptet gør det muligt at udvinde varmen i afkastluften fra naturlig ventilation og udnytte den til rumopvarmning, forvarmning af indtagluft eller varmt brugsvand.

Der placeres en luft/vand varmeveksler i luftafkastet i en bygning. Væskedrengen er forbundet til en varmepumpe, som overfører varmen til varmesystemet i bygningen.

Luftindtaget sker naturligt via en luftindtagsflade i opholdsrum og afkast bør være centralt via fælles afkastkanal. Der suppleres med en mindre ventilator for at sikre et tilstrækkeligt drivtryk.

Forhold omkring brandsikring skal undersøges nærmere.

Konceptet kræver særlige overvejelser omkring etagebyggeri og de store vindtryk og –sug i højderne. Det egner sig bedst til bygninger med middel til højt ventilationsbehov.



Figur 3. Princip for naturlig ventilation med central varmegenindvinding fra afkastluften

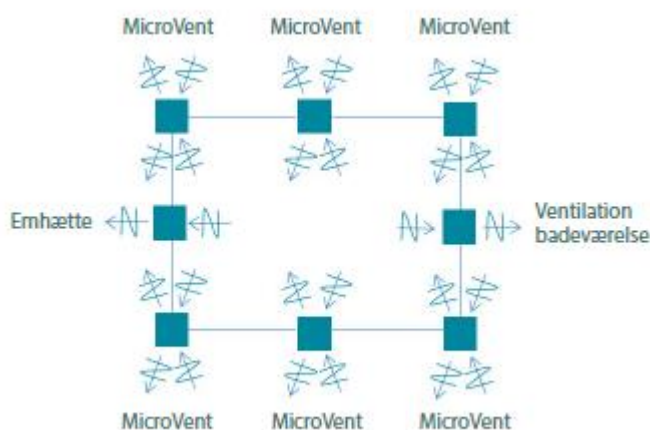
### Microventilation med kontroludsugning fra køkken og bad:

Micro-ventilationsenheder placeres decentralt i hvert opholdsrum og gør det muligt at både opvarme og nedkøle ventilationsluften.

Systemet kan bygges ind i sålbænken under vinduer og kan samkøres med emhætte og ventilator i badeværelser.

Systemet består af et antal MicroVent-enheder, emhætte med motor og ventilator i badeværelset.

Afkast fra emhætte og ventilator skal være til aftrækskanal.



Figur 4. Funktionsdiagram for Microventilation med kontroludsugning fra køkken og bad

*"I MicroVent anvendes en regenerator til varmegenindvinding. En regenerator er en materialestruktur, som kan optage luftens varme fra en varm luftstrøm og senere afgive varmen til en kold luftstrøm. Skiftet mellem kold og varm luft opnås ved, at luftstrømmen vendes. Når luften blæses inde fra bygningen gennem regeneratoren ud i det fri, optager regeneratoren luftens varme. Når regeneratorens kapacitet er udnyttet, vender en reversibel blæseenhed luftstrømmen, og luften blæses ind i bygningen. Varmen, som er oplagret i regeneratoren, afgives og opvarmer den kolde luft, hvorved varmen genvindes."*

Systemet kræver særlige overvejelser omkring etagebyggeri og de store vindtryk og -sug i højderne.

Forhold omkring brandsikring skal undersøges nærmere.

### Decentral mekanisk ventilation med varmegenindvinding:

Der installeres et mindre pladsbesparende anlæg over nedhængt loft på badeværelset i hver boligenhed. Anlægget er med en varmegenindvinding op til 85 %.

Der vil uundgåelige være mindre synlige kanaler frem til alle opholdsrum, som kan inddækkes i rørkasse.

Afkast føres separat eller til fælles taghætte ført over kip. Separate afkastkanaler skal brandisoleres.

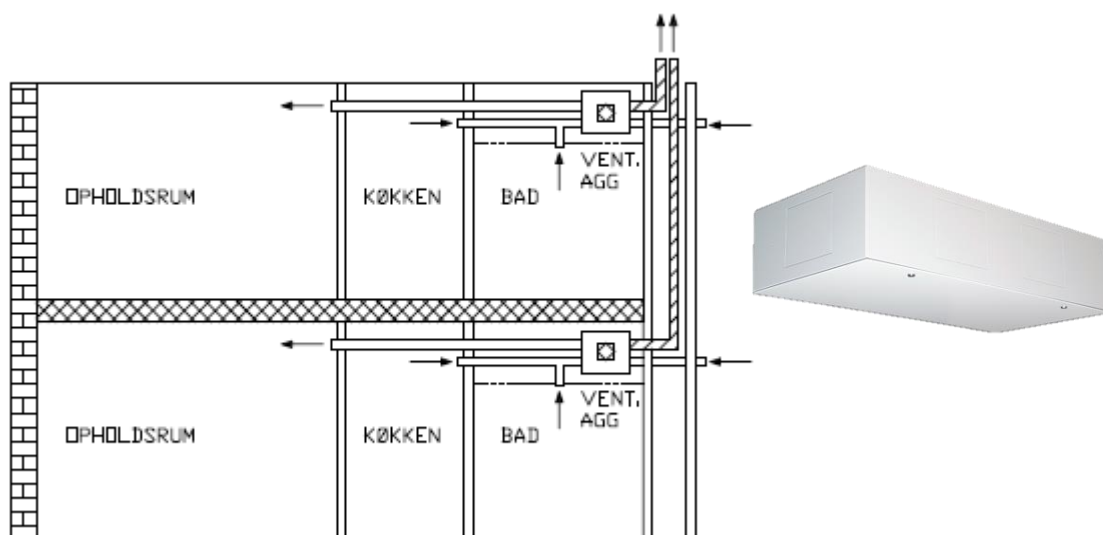
Der bliver en udfordring med at finde egnede lodrette føringsveje.

Løsningen vil kun kunne omfatte et begrænset antal etager, hvis der benyttes separate afkastkanaler, når krav til luftmængde og specifikt elforbrug skal overholdes.

Luftindtag placeres i facade og afsluttes med en rist.

Anlæg skal frostsikres.

Det decentrale anlæg kan tilkobles en central overvågning med mulighed for at ændre driftsparametre.



Figur 5. Decentral mekanisk ventilation med varmegenindvinding

#### 4. Analyse

Dette afsnit vil analysere de forskellige løsninger mht. energigevinster i forhold til de eksisterende forhold.

Luftskiftet under de eksisterende forhold er sat til 0,5 gang i timen.

Etableres der mekanisk ventilation vil der stadig være luftudveksling til trappeopgange og det fri. Luftskiftet for den naturlige ventilation vil blive mere end halveret, men vil stadig være til stede i mere eller mindre grad.

Bygningens tæthed kan efterfølgende påvises med en trykprøvning.

Der er forudsat en elpris på 2,15 kr. / kWh og en fjernvarmepris på 650 kr. / MWh i nedenstående beregninger. Det bemærkes at elprisen er væsentlig lavere for erhverv end privatkunder og dermed mere fordelagtig.

Beregningerne er foretaget for et punkthus på ca. 3000 m<sup>2</sup> etageareal.

##### **Decentral mekanisk udsugning med luft/vand varmepumpe**

Det forudsættes at princippet kan løses med brandspjæld frem for separate afkastkanaler ført over tag.

Gevinsten er afhængig af årnormfaktoren for varmepumpen.

Årnormfaktoren er et udtryk for, hvor meget varme varmepumpen kan levere for hver kWh el, set over en normal fyringssæson.

Luft til vand varmepumper har typisk en årnormfaktor (års-COP), der ligger mellem 2,5-2,7 for radiatoranlæg.

Det forudsættes at varmepumpen kan dække hele punkthusets varmeforbrug.

Besparelse på ca. 129 MWh fjernvarme svarende til ca. 84.000 kr./år  
Elbehov på ca. 47,8 MWh til varmepumpe svarende til ca. 103.000 kr./år.

I alt en meromkostning på 19.000 kr. / år



### **Central ventilationsanlæg med varmegenindvinding**

Beregningen er set i forhold til de eksisterende forhold med naturlig ventilation.

Det forudsættes at facadens tæthed bliver øget ved renoveringen og infiltration nedsættes fra 0,3 l/s m<sup>2</sup> til 0,13 l/s m<sup>2</sup> i brugstiden.

Ventilationsanlægget er med 85 % varmegenindvinding på ventilationsluften og har en SEL-værdi på 1,5 kJ/m<sup>3</sup>.

Besparelse på ca. 42 MWh fjernvarme svarende til ca. 27.000 kr./år  
Elbehov på ca. 11.800 kWh til ventilatorer svarende til ca. 25.000 kr./år.

Hvis bygningens tæthed kan øges til lavenergiklasse 2020 niveau er der ikke en større energigevinst at hente her.

I alt en besparelse på 2.000 kr. / år

### **Naturlig ventilation med central varmegenindvinding fra afkastluften (NVVK)**

Beregningen er set i forhold til de eksisterende forhold med naturlig ventilation.

Det forudsættes at facadens tæthed bliver øget ved renoveringen og infiltration nedsættes fra 0,3 l/s m<sup>2</sup> til 0,13 l/s m<sup>2</sup> i brugstiden

Det har ikke været muligt at fremskaffe årsnormfaktor for konceptet. Varmepumpen har en COP-værdi på 4-5.

Løsningen kræver særlige overvejelser omkring etagebyggeri og egner sig ikke til projekter med mindre ventilationsbehov.

### **Microventilation med kontroludsugning fra køkken og bad**

Microventilationsanlægget er med 85 % varmegenindvinding på ventilationsluften og med en SEL-værdi på 0,65 kJ/m<sup>3</sup> for lejligheder.

Besparelse på ca. 42 MWh fjernvarme svarende til ca. 27.000 kr./år  
Elbehov på ca. 5.100 kWh svarende til ca. 11.000 kr./år.

I alt en besparelse på 16.300 kr. / år

Løsningen kræver særlige overvejelser omkring etagebyggeri og kan ikke anbefales til bygninger på mere end 5 etager.

Muligvis vil der være problemer med kondens.

### **Decentral mekanisk ventilation med varmegenindvinding**

Det forudsættes at princippet kan løses med brandspjæld frem for separate afkastkanaler ført over tag.

Anlægget skal frostsikres, hvilket vil øge det årlige elbehov.

Ventilationsanlægget er med 85 % varmegenindvinding på ventilationsluften og en SEL-værdi på 1,0 kJ/m<sup>3</sup>. (separate kanaler ej medregnet)

Besparelse på ca. 42 MWh fjernvarme svarende til ca. 27.000 kr./år  
Elbehov på ca. 7.800 kWh til ventilatorer svarende til ca. 17.000 kr./år.  
(Frostsikring ikke medregnet)

I alt en besparelse på 10.000 kr. / år

## 5. Anbefaling

Nedenstående skema giver et kort overblik over fordele og ulemper ved de forskellige principløsninger.

Princip	Fordele	Ulemper
Decentral mekanisk udsugning med luft/vand varmepumpe	Ingen indvendige kanaler	Mange anlæg skal serviceres. Plads til enhed i lejlighed. Dårlig driftsøkonomi. Automatik til brandsikring i hver enkelt lejlighed.
Centralt ventilationsanlæg med varmegenindvinding	Et enkelt anlæg skal serviceres. Positiv driftsøkonomi	Indvendige kanaler i lejligheder. Installationssskakte i lejligheder. Ventilationsrum i kældrene. Store anlægsomkostninger.
NVVK	Ingen indvendige kanaler	Egner sig ikke til bygninger med lavt ventilationsbehov Egner sig ikke til højt etagebyggeri.
Microventilation	Ingen indvendige kanaler Fantastisk driftsøkonomi	Mange enheder skal serviceres. Egner sig ikke til etageboliger med flere end 5 etager. Muligvis kondensproblemer.
Decentral mekanisk ventilation med varmegenindvinding	God driftsøkonomi	Mange enheder skal serviceres. Indvendige kanaler i lejligheder. Skal sikres mod frost.

Orbicon anbefaler følgende løsninger i prioriteret rækkefølge:

Decentral mekanisk ventilation med VGV

Central mekanisk ventilation med VGV

De udvalgte løsninger er valgt ud fra, at det skal egnet til bygningerne og have en positiv driftsøkonomi. Øvrige løsninger er ikke udelukket, da de eventuelt kan modificeres til at være anvendelige. Dette er dog noget fabrikanterne skal involveres i, da garanti for driftsdata fortsat skal være retvisende.

## 6. Behov for registrering

Behovet for registrering omfatter de egnede løsninger.

- Indretning i de forskellige typer lejligheder mht. skillevæge og placering af kanaler.
- Friareal under døre.
- Aftrækkanalers størrelser og muligheder for gennemgående installationsskakte i lejligheder.
- Muligheder for placering af ventilationsrum i kældre.
- Muligheder for placering af decentrale ventilationsanlæg og friskluftsindtag i facaden.