

Gjenbruk av ventilasjonskanaler

VED OPPGRADERING TIL BEHOVSSTYRT VENTILASJON



SINTEF Fag

Mads Mysen, Espen Aronsen, Bjørn S. Johansen

Gjenbruk av ventilasjonskanaler

ved oppgradering til behovsstyrt ventilasjon

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Fag 15

Mads Mysen, Espen Aronsen, Bjørn S. Johansen

Gjenbruk av ventilasjonskanaler

ved oppgradering til behovsstyrt ventilasjon

Emneord: Ventilasjon, ventilasjonskanaler, gjenbruk, kostnader

ISSN 1894-1583

ISBN 978-82-536-1377-2 (pdf)

Bilde på omslag: Terje Grønmo Arkitekter AS

© Copyright SINTEF akademisk forlag 2014

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med SINTEF akademisk forlag er enhver eksemplarfremstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk. Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Byggforsk

Forskningsveien 3 B

Postboks 124 Blindern

0314 OSLO

Tlf.: 22 96 55 55

Faks: 22 96 55 08

www.sintef.no/byggforsk

www.sintefbok.no

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1 Innledning.....	6
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Utgangspunkt Solbråveien 23	6
1.3 Tiltak.....	7
2 Fremgangsmåte ved gjenbruk av kanalnett	7
2.1 Forutsetninger	7
2.2 Fremgangsmåte for gjenbruk av kanalnett – trinn for trinn.....	8
2.3 Tiltak og gjenbruk i Solbråveien	11
2.4 Systembeskrivelse.....	12
2.5 Rom-, sone-, og vifteregulering	13
2.6 Automatikk.....	13
3 Kostnader.....	14
3.1 Investeringskostnader – gjenbruk versus nye kanaler.....	14
3.2 Miljøanalyse – gjenbruk i forhold til nytt kanalnett	15
4 Diskusjon og konklusjon	15
5 Referanser.....	16

Forord

UPGRADE Solutions er et innovasjonsprosjekt i næringslivet som skal identifisere, utvikle og formidle løsninger som er avgjørende for å oppgradere yrkesbygg mot passivhusnivå. Prosjektet deltar også i det internasjonale forskningsprosjektet IEA SHC task 47 "Renovation of Non-residential Buildings towards Sustainable Standards". Prosjektet retter seg mot næringsbygg og skoler og omfatter også oppgradering av bygg med verneverdige hensyn.

UPGRADE Solutions startet i januar 2012, strekker seg over 3 år og er det første av tre planlagte UPGRADE-prosjekter som i sum skal bidra sterkt til gjennombrudd for energiambisiøs oppgradering av eksisterende yrkesbygg. I UPGRADE Decisions skal vi identifisere hva som hindrer og fremmer energiambisiøs oppgradering, bryte ned barrierer og gjøre slike oppgraderinger attraktive. I UPGRADE Models skal vi demonstrere integrerte løsninger med arkitektonisk kvalitet som gir en helhetlig energiambisiøs oppgradering gjennom forbildeprosjekt.



Figur 1. UPGRADE-prosjektene skal fremme energiambisiøs oppgradering av eksisterende yrkesbygg.

UPGRADE Solutions er finansiert av 21 partnere (37 %), Norges forskningsråd (37 %) og Enova (26 %). Asplan Viak er prosjektansvarlig, SINTEF Byggforsk leder prosjektet og følgende partnere deltar i UPGRADE Solutions:



Sammendrag

Oppgradering av Solbråveien 23 er gjennomført med gjenbruk av kanalnett. Solbråveien 23 ble bygget tidlig på 1980-tallet og anses å være representativ for en stor bygningsmasse som er aktuell for oppgradering.

Oppgradering fra konstante luftmengder til behovsstyring kan mer enn halvere energibruken til ventilasjon, fordi samtidig bruk av rom i kontorbygg er mellom 20 % og 60 % (Halvarsson 2012). Ved behovsstyring får man mer ut av det eksisterende kanalnettet ved å utnytte kunnskap om samtidig bruk av rommene.

Gjenbruk av kanalnett er først og fremst aktuelt i nyere bygg med brukbar kvalitet på tegnings- og anleggsdokumentasjon. Det er eksisterende kanalnett i bygningens bruksareal som kan være egnet for gjenbruk ved oppgradering til moderne behovsstyrt ventilasjon. Det er denne delen som er gjenbrukt i Solbråveien 23. Det er mindre aktuelt å gjenbruke fasadeintegreerte komponenter for luftinntak og luftavkast, eller kanalføringer og komponenter i teknisk rom.

Gjenbruk av eksisterende kanalnett kan betinge kompromisser i forhold til normale krav for nybygg-anlegg. Dette gjelder blant annet krav til SFP (Specific Fan Power), lufthastighet, støygnering, lekkasje og toleransekrav ved innregulering. Behov og muligheter for avvik må avklares tidlig med byggherre og eventuelt bygge-myndigheter.

Videre må man så tidlig som mulig i prosessen gjennomgå anlegget for å avklare om det er egnet for gjenbruk. Avklaringen er viktig fordi ressursbruken frem til denne konklusjonen vil bli en ren merkostnad i tillegg til kostnad for nyinstallasjon. Basert på erfaringer fra Solbråveien 23 er det angitt en trinnvis fremgangsmåte for gjenbruk av kanalnettet som kan benyttes i alle tilfeller hvor gjenbruk er aktuelt.

Følgende suksesskriterier er identifisert for vellykket gjenbruk av kanaler:

- Tegningene er oppdaterte og lett tilgjengelige.
- Opprinnelig systemoppdeling kan gjenbrukes og sjakter har tilstrekkelig kapasitet og tilgjengelighet.
- Anlegget ble opprinnelig utført med god tilgjengelighet og god kvalitet på kanaler, isolasjon og oppheng, og med romslige dimensjoner.
- Anlegget har en viss størrelse og gjentatt konfigurasjon, for eksempel tilnærmet like kanalløsning i alle etasjer.
- Aktive tilluftsventiler er brukt som ventilasjonsprinsipp.

Gjenbruk av kanalnettet kan være svært lønnsomt. I Solbråveien 23 ble kostnaden omtrent halvert i forhold til alternativet som var riving og nyinstallasjon. Det er ikke tatt hensyn til tap av leieinntekter og kostnader knyttet til byggetid i kostnadssammenligningen, men vi antar at kortere byggetid og redusert tap av leieinntekter kan øke lønnsomheten ved gjenbruk ytterligere i mange tilfeller. Med gjenbruk av eksisterende kanalnett kan ventilasjonen oppgraderes med lite anleggsvirksomhet i brukerarealene. I enkelte tilfeller vil det være mulig å gjennomføre slik oppgradering med minimale ulemper for byggets bruker.

Bruk av eksisterende kanalnett er antatt å være et meget miljøvennlig alternativ til bygging av nytt kanalnett.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Mange næringsbygg har et stort moderniseringsbehov. Moderniseringen bør fortrinnsvis gjøres med miljøriktige og lønnsomme tiltak som både reduserer energibruk, bedrer inneklima og produktivitet og gjør bygget mer attraktivt for bruker/leietaker. Et slikt tiltak kan være oppgradering fra tradisjonell konstant luftmengde ventilasjon (CAV) til energioptimal behovsstyrt ventilasjon med gjenbruk av eksisterende ventilasjonskanaler. Oppgradering til energieffektiv behovsstyrt ventilasjon kan være en forutsetning å nå nasjonale og europeiske mål om redusert energibruk og klimagassutslipp fra eksisterende bygningsmasse (Mysen mfl., 2011).

Riktig utført kan behovsstyring mer enn halvere energibruken til ventilasjon (Maripuu 2009). Dette fordi samtidig bruk av rom i kontorbygg er lav, mellom 20 og 60 % (Halvarsson 2012). Det gir mulighet for å realisere et stort potensiale for energibesparelse med behovsstyrt ventilasjon samtidig som inneklima og termisk komfort blir bedre. Ved behovsstyring får man mer ut av det eksisterende kanalnettet ved å utnytte kunnskap om samtidig bruk av rommene.

Oppgradering med gjenbruk av kanalnett er gjennomført i Rosenholm Campus (Mastemyr) i tillegg til Solbråveien 23 som beskrives i dette dokumentet.

1.2 Utgangspunkt Solbråveien 23

Solbråveien 23 er et kontorsenter bygget på begynnelsen av 1980-tallet og det er ikke tidligere gjennomført noen oppgraderinger relatert til energibruk. Eier ønsket i forbindelse med fornyelse av leiekontraktene å oppgradere bygningen til en ”så god som mulig” standard. Dette resulterte i energiklasse B og et bygg som tilfredsstiller Enovas krav til lavenergistandard i 2011.



Figur 1.2 Solbråveien 23 før og etter oppgradering

Før oppgradering var det CAV-ventilasjon. Det var plagsom støy fra ventilasjon. Tilluft ble tilført gjennom vindusapparater (Figur 1.2) som tok mye plass på kontorene.



Figur 1.2. Vindusapparater tok mye plass.

1.3 Tiltak

I tillegg til innredningsarbeider ble følgende tekniske tiltak gjennomført for å oppgradere bygget og redusere energibruken:

- nye ventilasjonsaggregater
- overgang til behovsstyrt ventilasjon
- skifte ut vinduer
- etterisolering av alle utvendige betongvegger
- etterisolering av tak
- Forbedring av lekkasjetall
- Luft-vannvarmepumpe

2 Fremgangsmåte ved gjenbruk av kanalnett

2.1 Forutsetninger

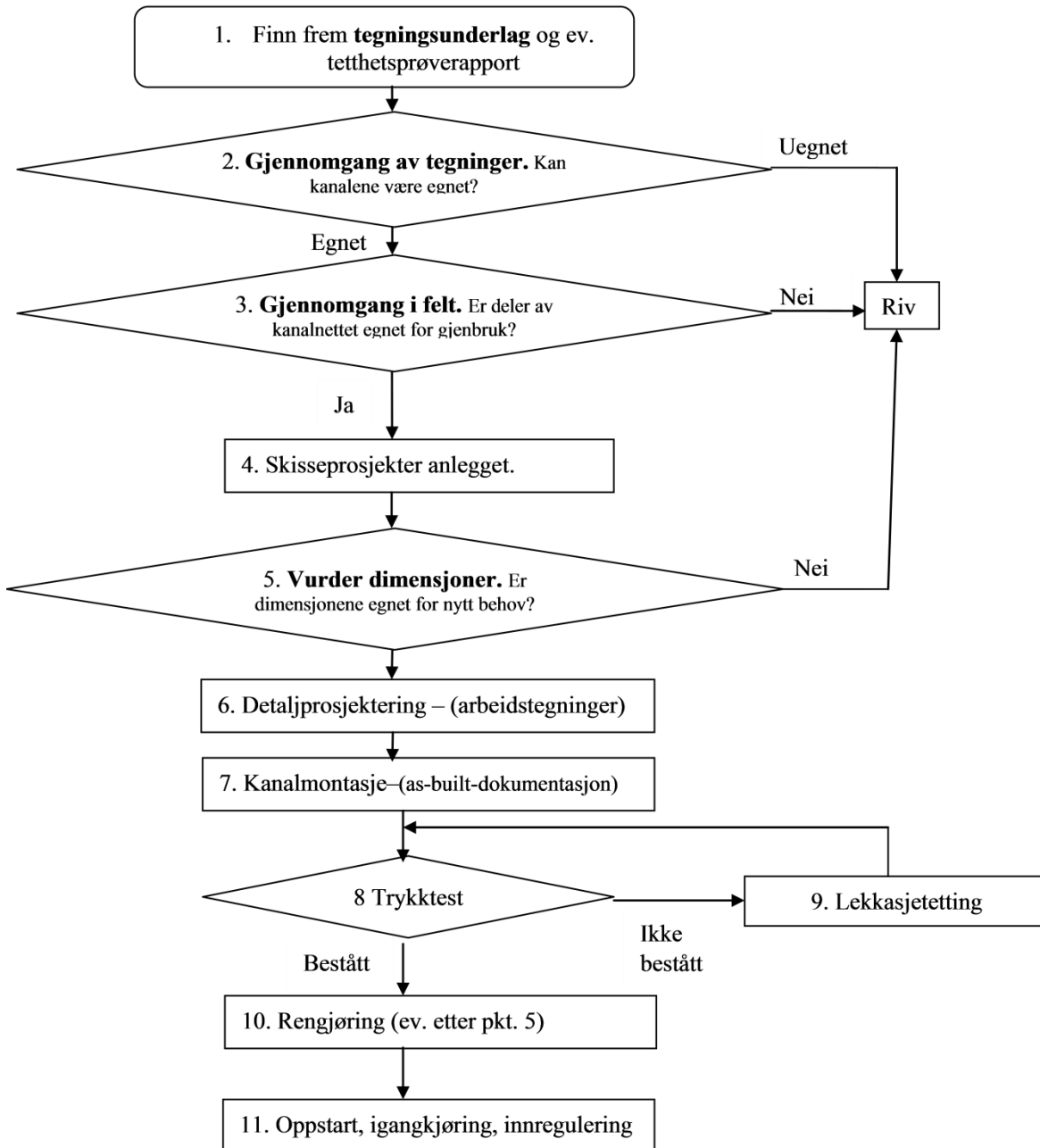
Eksisterende kanalnett i bruksarealet (på "brukersiden" av teknisk rom) ble vurdert for gjenbruk ved oppgradering til moderne behovsstyrt ventilasjon i Solbråveien 23. Slik gjenbruk av kanalnett er først og fremst aktuelt i bygg som har en viss kvalitet på tegnings- og anleggsdokumentasjon, og med få "lite dokumenterte" endringer i driftsfasen. Vi snakker i hovedsak om bygg fra 1970- 80 tallet eller nyere. I enkelte tilfeller kan også eldre bygg ha egnet kanalnett for gjenbruk.

Anlegget bør også ha en viss størrelse før det er regningsvarende å gjenbruke kanalnettet. I utgangspunktet har vi anslått en nedre grense på minimum 5.000 m³/h, eller et anlegg som dekker minimum 500-1000 m² bruksareal. Det er sjelden aktuelt å gjenbruke kanaler og komponenter for luftinntak og luftavkast, eller kanalføringer og komponenter i teknisk rom.

Gjenbruk av eksisterende kanalnett kan betinge kompromisser i forhold til normale krav for nybygg-anlegg. Dette gjelder blant annet krav til SFP, luftfartighet, støygenerering, lekkasje og toleransekrav ved innregulering. Behov og muligheter for avvik må avklares tidlig med byggherre og eventuelt byggemyndigheter.

2.2 Fremgangsmåte for gjenbruk av kanalnett – trinn for trinn

Under vises trinnvis fremgangsmåte for å vurdere gjenbruk av kanalnett.



Figur 2.2 Flytskjema som viser trinnvis fremgangsmåte for gjenbruk av kanalnett

Under følger en beskrivelse av aktivitet og beslutning knyttet til hvert trinn. Konkrete suksesskriterier er markert i kursiv:

1. Finne frem tegninger og anleggsdokumentasjon

Gjenbruk av kanalnett er først og fremst interessant når tegningene er oppdaterte og lett tilgjengelige. Oppgradering med gjenbruk blir enklere og mindre risikabelt med godt tegningsgrunnlag og god anleggsdokumentasjon. Relevant anleggsdokumentasjon er rapport fra trykktesting og igangkjøring og innreguleringsprotokoll. Når tegninger og anleggsdokumentasjon ikke er på plass, vil sikker gjenbruk kreve betydelig forarbeid. Potensialet for lønnsomhet blir mindre og risikoen for at man får et ulønnsomt eller utilfredsstillende resultat blir større.

2. Gjennomgang av tegninger

Gjenbruk av kanalnett er først og fremst interessant når opprinnelig systemoppdeling kan gjenbrukes og sjakter har tilstrekkelig kapasitet og tilgjengelighet. Formålet med gjennomgangen er å avklare om kanalnett er egnet for gjenbruk med minimum innsats. Her gjøres en grovvurdering av tegningene for å bedømme gjenbruk av:

- a. Systemoppdeling
- b. Hovedføringsveier, horisontale og vertikale
- c. Hoveddimensjoner

Det er særlig viktig å avdekke kritiske sjaktbegrensninger. Hvis det må etableres nye vertikale føringsveier på grunn av utilstrekkelige sjaktdimensjoner og utilstrekkelig kapasitet i sjakt, er gjenbruk av kanalnett sannsynligvis lite aktuelt. Hvis sjaktene er "bunnmatet" (tekniske rom på laveste plan), kan man vurdere å avlaste med nye ventilasjonssystemer med ventilasjonsaggregat på tak. Da blir sjaktene både topp- og bunnmatet og sjaktverrsnittet kan utnyttes bedre. Spesielt interessant er det i bygg med mange prinsipielt like kanalløsninger eller systemer. Dette gjelder for eksempel bygg med flere etasjer som har tilnærmet lik funksjon og kanalløsning på etasjene.

3. Gjennomgang av kanalnett i felt

Her gjøres en vurdering av følgende:

- a) *En forutsetning for gjenbruk, er at kanalanlegget og føringsveiene opprinnelig ble utført med god kvalitet. Tilgjengelighet til kanalene for inspeksjon og renhold er også en forutsetning for å gjenbruke kanalnett.* Teknisk tilstand av kanalnett og sjakter må vurderes. Et kanalnett som ikke kan kontrolleres, kan heller ikke bedømmes som tilfredsstillende for gjenbruk. Hvis man oppgraderer til behovsstyrt ventilasjon med VAV-spjeld, må man kontrollere om det er tilstrekkelige rettstrekk oppstrøms for VAV-spjeldene. Særlig kritisk er kanalene mellom avgrening og tilluftsventil.
- b) *Kanalnett må vurderes i forhold til branncelle- og brannseksjonsgjennomføringer og krav til gjennomføringen.* Ved større oppgradering kan det være aktuelt å legge ny brannstrategi. Brannstrategien må være klar før feltgjennomgangen. Det må avklares om eksisterende gjennomføringer tilfredsstillende nye krav. Dette bør vurderes i samarbeid med brannrådgiver/RIV.
- c) *Er det synlig korrosjon må kanalen skiftes.* Er omfanget av korrosjon stort, bør hele kanalnett rives.
- d) *Kvalitet på isolasjon må vurderes.* Hvis periodevis kalde kanaler (inntaks-, avkast- og tilluftskanaler) ikke har hatt diffusjonstett yttersjikt, må det tas stikkprøvekontroll for å avdekke ev. korrosjon under isolasjonen. Forbedring av yttersjiktet eller utskifting av isolasjon må ev. tas med i den økonomiske vurderingen.
- e) *Kanaldeler med innvendig isolasjon må skiftes.* Hvis det er risiko for innvendig isolasjon, må dette avklares. Dette gjelder også avtrekk. Kanalnett med utstrakt bruk av innvendig isolasjon er uegnet for gjenbruk.
- f) *Kanaldeler med asbest må asbestsaneres.* Er det risiko for asbest i pakninger (særlig perioden 1960-1970), må dette avklares. Behovet for asbestkartlegging er den samme om kanalnett rives eller gjenbrukes.

- g) *Ved behov for å utbedre kanaloppheng og innfesting er det lite aktuelt å gjenbruke kanalnettet.*
Er det usikkert om kanaloppheng er tilstrekkelige solide, må dette avklares.
- h) *Stor lekkasje gjør kanalnettet uegnet for gjenbruk.* Lekkasje fra kanalnettet må bedømmes. Utbredt bruk av rektangulære kanaler betyr stor lekkasje. Det bør kontrolleres om det er pakninger i kanalskjøter og om kanalnettet er tilgjengelig for tetting, for eksempel med krympebånd. Metode for å vurdere lekkasje og finne lekkasjepunkter er å kjøre anlegget og gå over kanalnettet mens man lytter, føler og kontrollerer med røyk. I tillegg kan man ta stikkprøver av luftmengdene, gjerne lengst ut på kanalnettet, i forhold til innreguleringsprotokoll.

4. Skisseprosjektering (som for nytt)

På dette stadiet har man bedømt at deler av kanalnettet har en teknisk tilstand som gjør det egnet for gjenbruk. Nå er det viktig å skisseprosjekttere hele det nye anlegget og kontrollere systemoppdeling, kanalkonfigurasjon og dimensjoner. Dette arbeidet er langt på vei det samme for nye anlegg som ved gjenbruk av kanalnettet. Skisseprosjekteringen tar utgangspunkt i et romprogram som gir grunnlag for å finne maksimal og minimal ventilasjonsmengde til hvert rom/soner. Luftmengdene summeres opp innover mot aggregatet og det utarbeides ventilasjonstekniske strektegninger med påførte luftmengder. Følgende vurderinger gjøres:

- a. *Er systemoppdeling og kanalkonfigurasjon for eksisterende kanalnett gunstig? Er det behov for å avlaste med nye aggregater og nye sjakter?*
- b. *Blir det akseptable maksimale hastigheter i det gjenbrukte kanalnettet med utgangspunkt i antatt samtidighet?*
- c. *Er det avvik i forhold til normale krav til SFP, reservekapasitet og lydnivå ved gjenbruk av kanalnettet?*

5. Vurdere dimensjoner

Kanaldimensjonene må passe fremtidig behov. Med utgangspunkt i skisseprosjektet og avvikene (punkt 4c) foretas en ny vurdering av konsekvensene ved gjenbruk i forhold til nyinstallasjon og man tar endelig beslutning i forhold til hvilke deler av kanalnettet som skal gjenbrukes.

6. Detaljprosjekttere til arbeidstegning

Her gjennomføres tradisjonell detaljprosjektering frem til arbeidstegninger. Dette arbeidet er langt på vei det samme for nye anlegg som ved gjenbruk av kanalnettet. Forskjellene er at gjenbrukte kanaler markeres på tegning, og det kan være behov for å detaljprosjekttere sammenkoblingene mellom nytt og eksisterende kanalnett.

7. Montering frem til as-built-tegning

Her gjennomføres montering og eventuell riving. Ved gjenbruk av kanalnett, kan det være aktuelt å lekkasjesøke og tette gjenbrukte kanaler under monteringen. Metoden for å gjøre dette er å stenge alle ventilspjeld og la viftene gå på tilluftssiden med en liten luftmengde. Overtrykket i kanalnettet gjør at montør blir oppmerksom på lekkasjer under montering og kan utbedre lekkasjepunktene fortløpende. Dette kan også gjøres på avtrekksiden som kan overtrykksettes med hjelpevifte, men lekkasje på avtrekk er mindre kritisk enn tilluft. Overtrykk er å foretrekke fordi det er enklere å påvise lekkasje når det strømmes luft ut av kanalen enn inn, og overtrykket forhindrer at smuss fra byggeplassaktivitet kommer inn i kanalnettet.

8. Trykktest

Ferdig montert kanalnett trykktestes på vanlig måte. Hvis krav til lekkasje ikke er tilfredsstillt, kan man enten utbedre anlegget ytterligere, eller akseptere avviket.

9. Rengjøring

Kanalnettet skal være tilfredsstillende rent før det tas i bruk. Renheten er mest kritisk på tilluftsiden, og det kan være aktuelt å vurdere tilluft og avtrekk forskjellig. Rengjøring av eksisterende kanaler kan starte etter at man har besluttet hvilke deler av kanalnettet som skal gjenbrukes (punkt 5). Byggforvaltning 752.251 *Rengjøring av ventilasjonsanlegg. Metoder, utstyr og prosess* beskriver rengjøringen av kanalnett.

10. **Oppstart, igangkjøring og innregulering** utføres som for nye anlegg, men det kan være aktuelt å akseptere større toleranse ved innregulering siden man må forvente større lekkasje fra kanalnettet enn ved nytt kanalnett.

2.3 Tiltak og gjenbruk i Solbråveien

Kanalnett: 90-95 % av kanalnettet ble rengjort og beholdt. Renholdet ble gjennomført før de nye kanaldelene ble montert. De eksisterende sjaktene for ventilasjon ble gjenbrukt i det oppgraderte ventilasjonsanlegget.

Tilluftsventiler: Det ble brukt aktive tilluftsventiler. Aktive tilluftsventiler er i praksis en komplett VAV-enhet med styring og med prefabrikkert automatikk. De aktive tilluftsventilene har integrert tilstedeværelsesdetektor og temperatursensorer for både rom- og kanaltemperatur. Variabel spalteåpning gjør at ventilene har konstant innblåsingshastighet. Ventilene kan kobles til eksterne luftkvalitetssensorer, f.eks. en CO₂- sensor.

Avtrekk: Sentrale avtrekkspunkter i hver etasje/sone ble beholdt. Det ble installert VAV-spjeld på felles avtrekk i hver etasje/sone som ble balansert mot tilhørende aktive tilluftsventiler.

Aggregat: Det er installert nytt ventilasjonsaggregat med kammervifte og roterende gjenvinner.

Ventilasjonssystem:

De gamle vindusapparatene ble skiftet ut med aktive tilluftsventiler. Dette førte til at det ble frigjort plass og kontorene fikk bedre plassutnyttelse (Figur 2.3).

Tabell 2.1 oppsummerer resultatet av gjenbruksvurderingen i Solbråveien 23.

Tabell 2.1 oppsummerer gjenbruk i Solbråveien 23.

Kanalnett	90-95% ble beholdt
Tilluftsventiler	Nye aktive tilluftsventiler
VAV-Spjeld	Nye – på avtrekk
Ventilasjonsaggregatet	Nytt
Inntak, avkast og føringer teknisk rom	Nytt

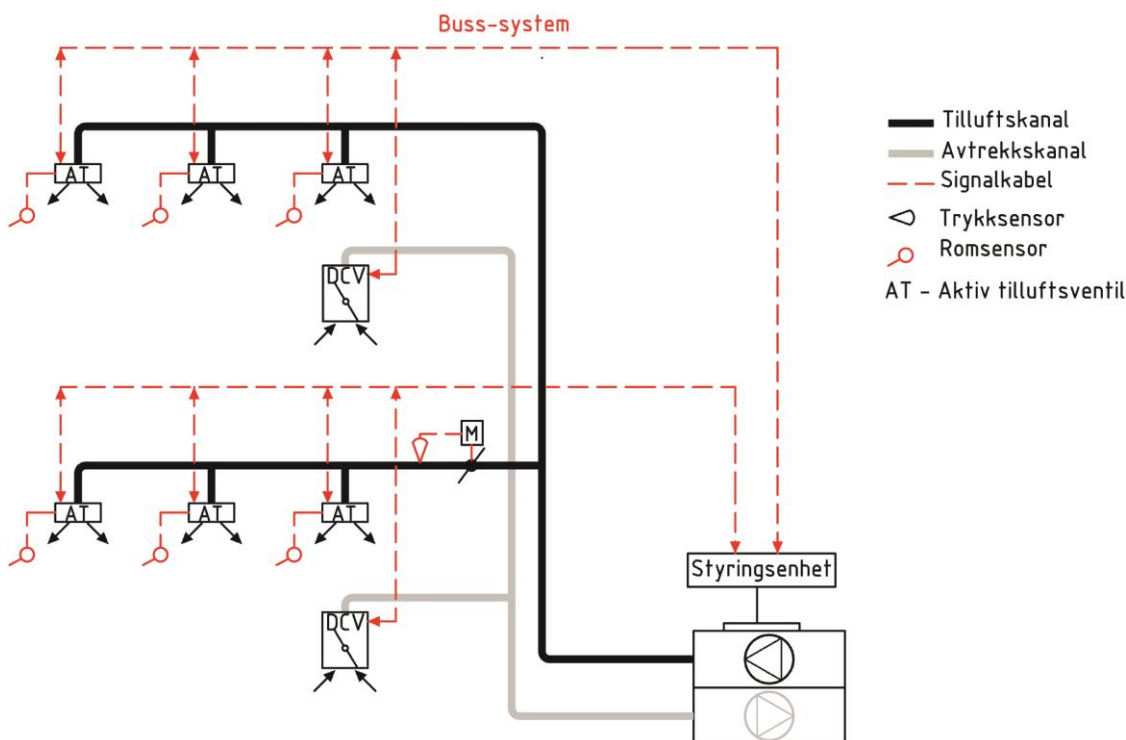


Figur 2.3 Utskifting av vindusapparater frigjorde verdifullt areal i hvert kontor.

2.4 Systembeskrivelse

De aktive tilluftsventilene er kombinert med overstrømning til korridor/fellesrom og sentralt plassert avtrekk. Avtrekksmengde kan styres som en ordinær VAV eller som en "slave" med avtrekksmengde i forhold til tilhørende tilluftsventiler.

Figur 2.4 viser prinsippskisse hvor aktive tilluftsventiler kommuniserer med en styringsenhet (PLS) og kommunikasjon via buss.



Figur 2.4 Prinsippskisse hvor aktive tilluftsventiler styres av en hovedstyringsenhet. DCV står for Demand Controlled Ventilation, i praksis kan man her bruke VAV-spjeld. M står for motorstyrt reguleringspjeld, som i dette tilfelle er styrt av en trykksensor. Formålet er å kunne begrense kanaltrykket foran de aktive tilluftsventilene der hvor kanaltrykket kan komme utenfor arbeidsområdet til de aktive tilluftsventilene (Mysen og Schild 2014).

På tilluftssiden er det integrerte spjeld i de aktive tilluftsventilene som regulerer luftmengden trinnløst basert på tilstedeværelse og/eller temperatur, eller ekstern CO₂-sensor. Dette innebærer luftmengderegulering i forhold til behov under hver tilluftsventil. Tilluftsventilen har tilstedeværelse- og temperatursensorer

integrert. Integrert kanaltemperatursensor gjør at den aktive tilluftsventilen kan regulere varme-, eller kjølepådraget etter temperaturforskjell mellom rom og kanal.

På avtrekkssiden er det gjerne sentralt plasserte ventiler med VAV-spjeld som regulerer luftmengde etter signal via styringshetene fra tilhørende aktive tilluftsventiler.

Frekvensomformere regulerer viftehastighet trinnløst for å opprettholde ønsket luftmengde. Viftepådraget reguleres slik at en aktiv tilluftsventil på tilluftssiden og en VAV på avtrekkssiden, er i maksimal åpen posisjon.

Det inntegnede motorstyrte spjeldet skal sikre at trykket ikke kommer utenfor arbeidsområde til AT'-ene og brukes kun på de grener hvor trykkfallberegninger tilsier at det statiske trykket kan bli for høyt. Dette spjeldet skal normalt stå i helt åpen stilling og kun strupe hvis kanaltrykket blir for høyt i forhold til arbeidsområdet til AT-ene. For høyt trykk kan oppstå i avgreningene nærmest viften i større anlegg.

2.5 Rom-, sone-, og viftheregulering

På tilluftssiden er det integrerte spjeld i de aktive tilluftsventilene som regulerer luftmengden trinnløst basert på tilstedeværelse og/eller temperatur, eller ekstern CO₂-sensor. Prinsippet innebærer luftmengderegulering ut fra behovet under hver tilluftsventil. Tilluftsventilen har tilstedeværelse- og temperatursensorer integrert. Integrert kanaltemperatursensor gjør at den aktive tilluftsventilen kan regulere varme- eller kjølepådraget etter temperaturforskjell mellom rom og kanal.

På avtrekkssiden er det montert sentralt plasserte ventiler med VAV-spjeld som regulerer luftmengde etter signal fra tilhørende aktive tilluftsventiler.

Frekvensomformere regulerer viftehastighet trinnløst for å opprettholde ønsket luftmengde. Viftepådraget reguleres slik at en aktiv tilluftsventil på tilluftssiden og et VAV-spjeld (betegnet DCV i Figur 2.4) på avtrekkssiden, er i maksimal åpen posisjon. Dermed blir det ingen unødvendig struping lang "kritisk kanalvei". "Kritisk kanalvei" er kanalveien som har størst trykkfall. Denne kanalveien bestemmer viftepådraget. Ingen struping langs "kritisk kanalvei" er en viktig forutsetning for energioptimal ventilasjon.

2.6 Automatikk

Ved montering av de aktive tilluftsventilene er mye av automatikken prefabrikkert. Det forenkler monteringen og reduserer muligheten for koblingsfeil.

Adressering av tilluftsventilene gjøres slik at tilluftsventilene sine individuelle IDer blir registrert i kontrolleren oppover i buss-systemet, slik at kontrolleren kan øremerke meldinger til hver enkelt tilluftsventil.

Med sentralt avtrekk, som ofte brukes med aktive tilluftsventiler, vil et avtrekkspunkt kobles mot en gruppe med tilluftsventiler. Derfor er det viktig at adresseringen blir korrekt slik at tillufts- og avtrekksmengde blir balansert.

3 Kostnader

3.1 Investeringskostnader – gjenbruk versus nye kanaler

Tabell 3.1 viser kostnadene ved gjenbruk av kanalnett i Solbråveien 23. Merkostnadene ved riving og nyinstallering er grovt estimert i forhold til erfaringer fra Solbråveien 23, som er på ca. 10.000 m² bruksareal.

Tabell 3.1 Kostnader for gjenbruk kontra riving og nyinstallasjon for Solbråveien 23

Aktivitet	Merkostnad Solbråveien [kr/10.000 m ²]	Merkostnad gjenbruk [kr/m ²]	Merkostnad nyinstallasjon [kr/m ²]
1. Finne frem tegninger og anleggsdokumentasjon	10.000,-	1	
2. Gjennomgang av tegninger	10.000,-	1-2	
3. Gjennomgang i felt	10.000-100.000,-	1-10	
4. Skisseprosjektering	Ingen forskjell		
5. Vurdere dimensjoner	20.000 – 50.000	2-5	
6. Detaljprosjektering	0		
7a. Rive	150.000	15	150
7b. Kanalmontering	400.000-500.000,-	40-50	400-500
8. Trykktest	0		
9. Lekkasjetetting	50.000,-	5	
10. Rengjøring	900.000 -1.800.000	90-180	
11. Oppstart	0		
12. Uforutsett		5 -52	
SUM		160-330, snitt 245,-	550-700, snitt 625,-

Kostnadsanslagene viser at gjenbruk av eksisterende kanalnett var svært lønnsomt i forhold til et nytt kanalnett i dette prosjektet. Maks kostnad for gjenbruk er anslått til 330 kr/m², men laveste kostnad for riving og nytt kanalnett er anslått til 550 kr/m², det gir en minimum differanse på 220kr/ m² som tilsvarer en minimum besparelse på 2.2 millioner kr. Midlere anslått kostnad for gjenbruk er 245 kr/m², mens midlere kostnad for nye kanaler med riving er anslått til 625 kr/m². Det gir en midlere besparelse på 380 kr/m² som tilsvarer 3,8 millioner kr spart ved gjenbruk av kanalnett i Solbråveien 23. En viktig årsak til den gode lønnsomheten er at man, naturlig nok, reduserer rivekostnaden når man gjenbraker eksisterende kanalnett.

Grovt sett kan man si at investeringskostnaden til ventilasjonskanaler ble halvert som følge av gjenbruk, sett i forhold til en alternativ ny installasjon.

Det er også sannsynlig at gjenbruk av kanalnett sammen med oppgradering med aktive tilluftsventiler kan korte ned både byggetiden og tiden bygget ikke er utleid, eller i normal bruk. Besparelsen dette eventuelt gir, er ikke tatt med i denne økonomiske analysen.

3.2 Miljøanalyse – gjenbruk i forhold til nytt kanalnett

Bruk av eksisterende kanalnett er antatt å være et meget miljøvennlig alternativ til bygging av nytt kanalnett, men det er ikke foretatt en LCA-analyse av dette.

4 Diskusjon og konklusjon

Det er flere prinsipielt forskjellige måter å behovsstyre ventilasjonen (Mysen og Schild 2014). Ved gjenbruk er det to potensielle utfordringer som skiller seg fra nybygg, og som må ivaretas. Den første er stor, og i utgangspunktet ukjent kanallekkasje og den andre er at kanalnettet ikke ble utformet med tilstrekkelig rettstrekk for gunstig plassering av VAV-spjeld (Figur 2.3).

Stor kanallekkasje er uheldig uansett system, men risikoen for at dette går vesentlig utover funksjon er størst for trykkstyrte, eller trykk-optimaliserte, anlegg siden lekkasje kan bidra til at trykkendring som følge av endret luftmengdebehov og spjeldstilling, ikke føres tilbake til trykksensor som viftepådraget reguleres etter. Spjeldoptimal styring, eller bruk av aktive tilluftsventiler, anses å være et mer robust prinsipp i forhold til kanallekkasje. Ved bruk av aktive tilluftsventiler er man heller ikke avhengig av at eksisterende kanalutforming har tilstrekkelig lange rettstrekk, slik tilfelle er med VAV-spjeld. Bruk av aktive tilluftsventiler som reguleringsprinsipp var sannsynligvis en viktig årsak til vellykket gjenbruk av eksisterende ventilasjonskanaler i det oppgraderte ventilasjonsanlegget i Solbråveien 23.



Figur 4 For kort avstand mellom avgrening og VAV-spjeld gjør at VAV-spjeldet måler gal luftmengde.

Det er i Solbråveien 23 ikke registrert driftsproblemer og det tok relativt kort tid fra anlegget startet til det var i ordinær drift. Energibruken er kraftig redusert. Dette indikerer at man har fått et velfungerende, energioptimalt behovsstyrt ventilasjonsanlegg i Solbråveien 23. Dette viser at et slikt resultat er mulig med gjenbruk av eksisterende kanalnett.

Gjenbruk av kanalnettet var svært lønnsomt. I Solbråveien 23 ble kostnaden til ventilasjonskanaler omtrent halvert i forhold til alternativet som var riving og nyinstallasjon. Det er ikke tatt hensyn til tap av leieinntekter og kostnader knyttet til byggetid i kostnadssammenligningen, men vi antar at denne faktoren kan øke lønnsomheten ved gjenbruk ytterligere i mange tilfeller. Med gjenbruk av eksisterende kanalnett kan ventilasjonen oppgraderes med lite anleggsvirksomhet i brukerarealene. I enkelte tilfeller vil det være mulig å gjennomføre slik oppgradering med minimale ulemper for byggets bruker, eller minimale tap av leieinntekter.

5 Referanser

- HALVARSSON, J. 2012. *Occupancy Pattern in Office Buildings - Consequences for HVAC system design and operation*. Doctoral Thesis, NTNU.
- MARIPUU, M.-L. 2009. *Demand controlled Ventilation (DCV) systems in commercial buildings: functional requirements on systems and components*, Göteborg, School of Electrical and Computer Engineering, Chalmers tekniska högskola.
- MYSEN M., SCHILD P., DRANGSHOLT F, LARSEN BT, "Conversion from CAV to VAV - a key to upgrade ventilation and reach energy targets in the existing building Stock". Paper 142 Proceedings Roomvent 2011, ISBN:978-82-519-2812-0, June 2011, Trondheim/NORWAY
- MYSEN, M., SCHILD P. *Behovsstyrt ventilasjon, DCV – forutsetninger og utforming*. SINTEF Fag 13 2014. ISBN: 978-82-536-1372-7 SVENSSON, A., ALMÅS, A.-J., BLOM P., MYSEN, M., *Syv energiambisiøse oppgraderinger av yrkesbygg*, SINTEF Fag 2 2013 ISBN: 978-82-536-1328-4
- SVENSSON, A., ALMÅS, A.-J., BLOM P., MYSEN, M., *Syv energiambisiøse oppgraderinger av yrkesbygg*, SINTEF Fag 2 2013 ISBN: 978-82-536-1328-4

Gjenbruk av ventilasjonskanaler

VED OPPGRADERING TIL BEHOVSSTYRT VENTILASJON

Mange næringsbygg har et stort moderniseringsbehov. Moderniseringen bør fortrinnsvis gjøres med miljøriktige og lønnsomme tiltak som både reduserer energibruken, bedrer inneklimate og produktiviteten og gjør bygget mer attraktivt for bruker/leietaker. Et slikt tiltak kan være oppgradering fra tradisjonell konstant luftmengde ventilasjon (CAV) til energioptimal behovsstyrt ventilasjon med gjenbruk av eksisterende ventilasjonskanaler. Slik gjenbruk kan være meget lønnsomt.

Denne rapporten viser en trinnvis fremgangsmåte for gjenbruk av kanalnettet som kan benyttes i alle tilfeller hvor slik gjenbruk er aktuelt.