



HYBRIDENE

Suksesskriterier for hybrid ventilasjon i bygg

*En veileder for vurdering av hybride ventilasjonsløsninger i tidligfase
- for RIV, byggherre, entreprenører og andre interesserte*

01	22.08.2025	Ferdigstilling tidligfase veileder	HHA/ARL	AJP	AJP
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



Forord

Denne veileder er en del av forskningsprosjektet «Hybridene – Optimal hybrid ventilasjon i fremtidens bygg». Forskningsprosjektet finansieres av Norges Forskningsråd (NFR), ledes av Skanska, med Multiconsult som sentral bidragsyter og varer i en fireårsperiode fra august 2021 til august 2025. Hovedmålet til prosjektet er å utvikle nye og markedsgjennombrytende konsepter for hybrid ventilasjon som gir høy arkitektonisk kvalitet, lave investeringskostnader, lavt klimafotavtrykk, godt inneklima og lavt behov for kjøpt energi. Eksisterende lover og regler setter begrensninger for valg av hybrid ventilasjon i kaldt klima og i større byrom, noe dette forskningsprosjektet skal utfordre.

Dette dokument er en veileder for bruk i tidlig fase i prosjekter som vurderer hybrid ventilasjon. Her belyses viktige betingelser og suksessfaktorer for vellykkede prosjekter med hybrid ventilasjon i Norge, inklusive hvordan usikkerhet og risiko knyttet til implementering kan begrenses.

Samarbeidspartnerne i prosjektet er Multiconsult Norge AS, Windowmaster BSI AS, Snøhetta AS, Energima AS, Avantor AS, Aalborg Universitet og Skanska Norge AS.

Rapport er utarbeidet av Haakon Halla (Multiconsult), Anders Liaøy (Multiconsult) og Arnkell Jónas Petersen (NMBU). Med bidrag fra en referansegruppe ved Arne Førland-Larsen (LINK arkitektur), Niels Lassen (Skanska) og Jannick Roth (WindowMaster).



Sammendrag

Hybrid ventilasjon gir lavere materialbruk og reduserte bundne klimagassutslipp sammenlignet med tradisjonelle løsninger. Vellykket hybrid ventilasjon kan gi lavere energibruk og klimagassutslipp gjennom levetiden enn ren mekanisk ventilasjon. Dette er et godt argument for økt bruk av hybrid ventilasjon, men det er også flere barrierer forbundet med løsningene.

I denne veilederen belyses sentrale rammebetingelser og suksessfaktorer for implementering av hybrid ventilasjon, med mål om redusert usikkerhet og risiko i prosjekter. Fokus er på prosessuelle og organisatoriske forhold, mens tekniske løsninger og lowtek behandles i egne rapporter i FOU-prosjektet Hybridene.

Viktige suksessfaktorer for hybrid ventilasjon er:

- **Forankring hos byggherre:** Løsningen må være akseptert og støttet av tiltakshaver, som har blitt forelagt et grundig beslutningsgrunnlag med fordeler og ulemper knyttet til foreslåtte løsninger med hybrid ventilasjon. Brukere av bygget bør også involveres i tidlig fase, dersom disse er kjent.
- **Tilpasning for lokale forhold:** Støy, vind og luftforurensning må vurderes og håndteres prosjektspesifikt.
- **Tidlige utredninger** med belysing av fordeler og ulemper ved ulike løsningsalternativer.
- **Kompetanse i prosjektteamet:** Sentrale aktører må ha erfaring og faglig forståelse.
- **Tverrfaglig samarbeid:** Aktører må være motiverte for tverrfaglig samarbeid fra tidlig fase.
- **Avklarte ansvarsforhold:** Roller og ansvar må være tydelig definert og omforent fra tidlig fase i form av en gjennomarbeidet grensesnittsmatrise.
- **Entrepriseform:** Valg av entrepriseform bør fremme samarbeid og samspill. Der det skjer et bytte i rådgiverteam fra forprosjekt til detaljfase må det gjennomføres en grundig erfaringsoverføring.
- **Oppfølging etter igangsettelse:** Rådgivere og entreprenører må følge opp prosjektet aktivt gjennom første driftsår.



Innholdsfortegnelse

Forord	1
Sammendrag	2
1 Innledning	3
2 Egner hybrid ventilasjon seg for ditt prosjekt?	4
2.1 Lokale forhold	4
2.1.1 Klima	4
2.1.2 Utendørs luftkvalitet	5
2.1.3 Utvendig støy	5
2.2 Sammensetning av prosjektteam	6
2.2.1 Motivert byggherre	6
2.2.2 Entreprenørsansvarlige, arkitekter og rådgivere	6
2.2.3 Lokale planmyndigheter, arbeidstilsyn og arbeidstakerrepresentanter	7
2.3 Prosjekteringsprosessen	7
2.3.1 Tidlig involvering	7
2.3.2 Tidlige leveranser/premissdokumenter	8
2.3.3 Grensesnittmatrise	9
3 Entreprenørfører	9
4 Oppfølging byggeprosess, prøvedrift og igangkjøring	11
Referanser	12
Appendiks	13
A. Grensesnittmatrise	13

1 Innledning

Dokumentets formål er å fungere som en veileder i tidligfase av prosjekter som vurderer hybrid ventilasjon. Her belyses viktige betingelser og suksessfaktorer for vellykkede prosjekter med hybrid ventilasjon i Norge, inklusive hvordan usikkerhet og risiko knyttet til implementering kan begrenses. Veilederen er en del av et større arbeid i forskningsprosjektet Hybridene.

Hybride ventilasjonsløsninger kombinerer naturlige drivkrefter og mekanisk ventilasjon for å oppnå et best mulig inneklima med lavest mulig energibruk. I Norge finnes det flere eksempler på bygg med hybrid ventilasjon, deriblant boliger, sykehjem, kontorbygg, skoler og restauranter. Hybride ventilasjonsløsninger er imidlertid fortsatt relativt lite utbredt. Tradisjonelt har det vært en del skepsis knyttet til bruk av løsningene i den norske byggenæringen, hovedsakelig grunnet usikkerhet rundt trekk, støy, pollen og lokal forurensing, samt barrierer i regelverk.

Det er avgjørende at visse grunnleggende premisser er på plass for at hybride ventilasjonsløsninger skal bli en suksess. Det er grunn til å tro at suksessfull implementering av slike systemer krever andre rammebetingelser enn tradisjonelle mekaniske anlegg. Dette kan inkludere fysiske forhold som støy og forurensninger rundt bygget, prosjektpartneres kompetanse og erfaring med hybride ventilasjonsløsninger, samt organisatoriske forhold, kontraheringsformat og håndtering av risiko.

Klimafotavtrykket til hybride ventilasjonsløsninger kan være betydelig mindre enn tradisjonell mekanisk ventilasjon. Dette viser rapporten «Karbonavtrykk fra klimatiseringsløsninger» fra forskningsprosjektet (Rabani, et al., 2025). Klimagassbesparelsen avhenger av faktorer som energiforsyning, internlast, bruksmønster og plassering av bygg, som må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Men til tidligfase vurdering kan det antas at klimagass fra materialer er proporsjonalt med mekanisk luftmengde, og kan da estimeres iht. formler angitt i rapporten. Klimaperspektivet kan gjøre hybrid ventilasjon mer aktuelt og attraktivt i en tid hvor bærekraft får økende fokus. Det er også



nærliggende å forvente at klimagassbelastning knyttet til tekniske installasjoner vil få større betydning i fremtidige myndighetskrav.

Det finnes mange ulike former for hybrid ventilasjon, tekniske løsninger og konsepter. Det naturlige bidraget til hybridventilasjon kan løses med ensidig-, kryss- eller oppdriftsventilasjon, eller en kombinasjon av disse. Fordelingen mellom naturlig og mekanisk ventilasjon vil variere mellom ulike prosjekter og konsepter. Grønn Byggallianses veileder "Avanserte versus forenklete tekniske systemer" (Førland-Larsen, et al., 2016) og tipshefte "Forenkling tekniske systemer" (Førland-Larsen, et al., 2016) gir nyttig innsikt i forenklete tekniske systemer, naturlige og hybride ventilasjonsprinsipper.

Denne veilederen tar ikke for seg konkrete konsepter eller tekniske løsninger, men fokuserer på rammer og prosesser i tidligfase som hjelpemiddel for å vurdere om hybride ventilasjon er egnet. Barrierer opp mot lovverk og Arbeidstilsynet omtales ikke her, men er behandlet i rapporten «Hybride ventilasjonsløsninger i Norge – Regulatoriske barrierer og anbefalinger til endring av rammeverket» (Almankaas & Lassen, 2025).

2 Egner hybrid ventilasjon seg for ditt prosjekt?

Dette kapitlet beskrives grunnleggende forutsetninger for at hybrid ventilasjon skal være egnet i norske byggeprosjekter. Vurderingen av egnethet bør gjøres tidlig i prosjektet, og baseres på både fysiske forhold og prosjektspesifikke rammer.

I enkelte tilfeller er det åpenbart at hybrid ventilasjonsløsninger er mindre hensiktsmessige - for eksempel i områder med kraftig drivsnø, hvor luften åpninger kan medføre store utfordringer. I andre tilfeller kreves en mer skjønnsmessig vurdering. Forhold som utvendig støy, høy forekomst av pollen eller lokal luftforurensning kan begrense mulighetene, men er ikke nødvendigvis diskvalifiserende. Slike utfordringer kan i noen tilfeller håndteres gjennom tilpasninger, selv om løsningsrommet kan være begrenset.

2.1 Lokale forhold

2.1.1 Klima

Lokale klimaforhold påvirker hvordan bygg og klimatiseringsløsninger bør prosjekteres. På generelt grunnlag vil lokale temperatur- eller vindforhold sjelden utelukke hybride ventilasjonsløsninger i Norge, dersom løsningen har et mekanisk anlegg som grunnventilasjon. Likevel bør følgende spesielt vurderes ved bruk av hybride ventilasjonsløsninger:

- **Vindutsatte områder:** Det bør utvises forsiktighet med å anbefale hybride løsninger på steder hvor åpningene for den naturlige ventilasjon er utsatt for mye vind store deler av året.
- **Drivsnø og ising:** Særlige hensyn må vises ved utforming av luftinntak for mekaniske anlegg i lokasjoner med mye drivsnø og ising, og lignende utfordringer vil være til stede ved lufting via åpninger i fasaden.
- **Fremtidig klima:** Klimaendringene forventes å gi varmere, villere og våtere vær i fremtiden. Det må derfor påregnes hyppigere og kraftigere hetebølger, styrtregn og kraftig vind. Eksempelvis forventes at temperaturer vinterstid øker mer enn sommerstid i Norge (Hanssen-Bauer, 2015), som vil bidra til å øke driftstid på den naturlige delen av hybrid ventilasjon, og dermed redusere



energibruket til klimatisering (Rabani, et al., 2024) på årsbasis. Videre vil hyppigere hetebølger være en utfordring for alle klimatiseringsløsninger, også hybrid ventilasjon.

2.1.2 Utendørs luftkvalitet

Ved hybrid ventilasjon filtreres deler av friskluften, mens andre deler slippes direkte inn i bygget. Dette forutsetter at uteluftkvaliteten er tilstrekkelig god, som kan variere betydelig avhengig av byggets plassering i forhold til nærliggende forurensningskilder.

Generell luftkvalitet:

Prosjekter i nærheten av trafikkerte veier, samt periodevis sentralt i større byer, kan ha utfordringer med lokal luftforurensning. Det samme gjelder nærhet til andre åpenbare forurensningskilder som avfallsanlegg, industri og tunnelåpninger. Mer landlige områder har typisk mindre utendørs luftforurensning.

For å vurdere lokal utendørs luftkvalitet anbefales siden:

- **Luftkvalitet i Norge - Verktøy og data**, fra Miljødirektoratet. WEB-løsningen inneholder beregnet og målt luftkvalitet, utslippsdata fra lokale kilder, samt nyttige sonekart for NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} med korttidsmiddel- og årsmiddelverdi. Se <https://luftkvalitetsdata.miljodirektoratet.no/>

Eksempel på prosedyre for å dokumentere uteluftkvalitet kan finnes i BREEAM-NOR-manualen (Byggallianse, 2025).

Pollenbelastning:

Pollenproblematikk er et gjentakende argument mot naturlige og hybride ventilasjonsløsninger. Selv om det ikke stilles direkte myndighetskrav til pollenfiltrering, bør det gjøres kvalitative vurderinger av vegetasjon på og rundt tomten. I områder med høy pollenbelastning kan det vurderes løsninger med pollenfilter i fasadeåpninger, eventuelt kun i forsommerperiode når belastningen er størst og de naturlige drivkreftene typisk er lavest.

Det er viktig å merke seg at pollen tilføres alle bygg via brukere, uavhengig av ventilasjonsprinsipp, gjennom klær, hår og andre kontaktflater. En finsk studie viser at dette er en viktig kilde til pollen innomhus (Jantunen, 2009). Det er dermed ikke spørsmålet om en slipper pollen inn eller ikke, men om mengde, særlig i nærhet av ikke filtrerte åpninger.

2.1.3 Utvendig støy

Utvendig støy henger ofte sammen med luftforurensing, særlig i byområder med høy trafikkbelastning. Hybride ventilasjonsløsninger kan helt eller delvis likevel være aktuelt i disse områdene, dersom det er mulig å orientere luftinntak og fasadeåpninger vekk fra trafikkerte områder og gater. Eventuelt kan det vurderes støyreducerende tiltak som for eksempel bruk av doble fasader eller skjermende bygningsgeometri (Førland-Larsen, et al., 2016).

For vurdering av støyforhold finnes flere nyttige verktøy:

- **Statens Vegvesens støysonekart** for riks- og fylkesveger (Vegvesen, 2025)
- **Miljødirektoratets karttjeneste** for støy fra biltrafikk, inkludert korttids- og årsmiddelverdier (Miljødirektoratet, 2022).



Annen type utendørs støy, som fra industri, jernbane, flytrafikk eller andre kilder må vurderes særskilt i hvert enkelt prosjekt. En helhetlig støyvurdering er viktig for å sikre at hybrid ventilasjon ikke går på bekostning av inneklima og komfort.

2.2 Sammensetning av prosjektteam

Hybride ventilasjonsløsninger er ikke hyllevare og må spesialtilpasses hvert enkelt prosjekt. Det er derfor avgjørende at alle involverte aktører har forståelse for hva slike løsninger innebærer, er kjent med risikobildet og er motiverte for å bidra i en tverrfaglig og tilpasningsorientert prosess.

2.2.1 Motivert byggherre

For å sikre et vellykket prosjekt er det avgjørende at byggherre og brukere er kjent med hva det innebærer å velge en slik løsning, og at allokerter ressurser er motivert for dette.

- **Innovasjonsvilje:** Det er viktig at byggherren er godt kjent med hva hybrid ventilasjon er, med sine fordeler og ulemper, sammenlignet med mer tradisjonelle systemer. Byggherre må være engasjert og delaktig i samspill mellom aktører og myndighetsbehandling.
- **Bestillerkompetanse:** Det er viktig å sikre at bestillere har nødvendig kompetanse til å forstå og håndtere de spesifikke kravene til prosjektet, og at relevante aktører involveres til riktig tid og leverer på riktig nivå.
- **Tidlig og tett samarbeid:** Ved valg av spesialløsninger som hybrid ventilasjon er det nødvendig at byggherre/bruker samarbeider tett med prosjektets involverte aktører i tidligfase, for å legge grunnlaget for et robust og effektivt prosjekt.
- **Innhenting av beslutningsgrunnlag:** Det bør tidlig innhentes relevant beslutningsgrunnlag, som premissnotater og annen dokumentasjon om lokale forhold, klimatiseringsprinsipper, tilpasningsdyktighet og inneklima (se også kapittel 2.3.2).

2.2.2 Entreprenøransvarlige, arkitekter og rådgivere

Det er viktig at entreprenøransvarlige (total-, hoved- og underentreprenører), arkitekter og rådgivere er motiverte for å delta i et utfordrende prosjekt. Aktørene bør være fleksible og samarbeidsvillige.

- **Tverrfaglig samarbeid:** Aktørene må være innstilt på løpende tverrfaglig samarbeid med kontinuerlig dialog, koordinering og tett oppfølging gjennom prosjektet. Dette da prosjektering av hybrid ventilasjon vil involvere flere aktører og fag enn ved ren mekanisk ventilasjon.
- **Rolleavklaringer:** Intervjuer og avklaringsmøter med aktuelle samarbeidspartnere kan bidra til å finne riktige ressurser, etablere gode samarbeidsformer og tydelige roller. Dette kan legge gode premisser for godt samarbeidsmiljø i prosjektet.
- **Kompetanse og erfaring:** Hybrid ventilasjon er lite utbredt i Norge, og som konsekvens av dette kan det være vanskelig å etablere et bredt team som har erfaring med hybrid ventilasjon. Som minste nivå bør det være dokumentert erfaring og kompetanse rundt hybrid ventilasjon hos:
 - Rådgivende ingeniør ventilasjon
 - Utførende ventilasjonsentreprenør
 - Leverandør lukeventilasjon og styring av denne



2.2.3 Lokale planmyndigheter, arbeidstilsyn og arbeidstakerrepresentanter

Hybrid ventilasjon er relativt lite brukt i dag, og kan medføre usikkerhet i saksbehandling hos planmyndigheter og arbeidstilsyn. Det anbefales å etablere tidlig kontakt for å presentere tenkte løsninger og premisser, og sikre forståelse av tenkte løsninger og premisser for disse.

2.3 Prosjekteringsprosessen

For å oppnå gode prosjekter med hybride ventilasjonsløsninger er tidlig samhandling mellom RIV, andre fag og aktører som påvirker klimatisering et kritisk suksesskriterium.

2.3.1 Tidlig involvering

Ved valg av mindre vanlig klimatiseringsløsninger, slik som hybrid ventilasjon, er tidlig samhandling mellom sentrale aktører avgjørende. Typisk kan dette omfatte RIV, ARK, IARK, RIEN, RIAKU, RIBR, BH, og ENTR. Bygningsgeometri, planløsning, fasader, vinduer, overflater og materialer er sentrale tema som påvirker klimatiseringsløsninger generelt, og bidrag fra naturlig ventilasjon spesielt.

Grønn Byggallianses veileder (Førland-Larsen, et al., 2016) kan være til hjelp i tidligfase samhandling for prosjekter med forenklede klimatiseringsløsninger.

Tabell 1 viser et eksempel på en overordnet faseplan for tidlig samhandling mellom sentrale aktører i prosjekter med hybridventilasjon, fram til og med detaljprosjekteringsfase. Involverte aktører i ulike faser vil kunne variere, avhengig av størrelse/type prosjekt og gjennomføringsmodell. For eksempel vil entreprenør (ENTR) typisk ha et koordineringsansvar fra start i samspillsprosjekter.

Tabell 1 Eksempel på faseplan for tidlig samhandling mellom sentrale aktører

Fase	Del-fase	Hovedaktiviteter	Aktører	Samhandlingspunkter
Skisseprosjekt	Oppstart og behovsavklaring	- Avklare BHs ambisjoner for inneklimate, energi og bærekraft - Vurdere egnethet for hybrid ventilasjon - Etablere tverrfaglig team og samhandlingsstruktur	BH, ARK, RIV, (ENTR)	- Intervjurunde sentrale aktører - Oppstartsmøte - Felles forståelse for mål og rammer
	Konseptutvikling	- Utarbeide og sammenligne ventilasjonskonsepter - Første overslagsberegninger rundt nødvendige åpningsarealer for naturlig del av ventilasjon - Vurderinger rundt tekniske rom og hovedtraseer - Innledende vurderinger rundt energi, brann og lyd	BH, ARK, RIV, RIEN, IARK, RIAKU, RIBR, (ENTR)	- Tverrfaglige møter med vurdering av løsninger - Foreløpig BIM-koordinering - BH tar endelig beslutning i valg av konsept



Forprosjekt	- Simuleringer (termisk, luftkvalitet, energi). Herunder dynamiske simuleringer av lukeåpninger - Integrasjon med arkitektur og interiør - Bearbeide BIM-modell tverrfaglig - Kostnadsestimat og LCC-vurdering - Styrestrategier hybrid ventilasjon og klima, med involvering luke leverandør - Opprette dialog, legge frem og diskutere løsninger med myndigheter / arbeidstilsyn	ARK, RIV, RIE, RIEN, IARK, RIAKU, RIBR, (ENTR)	- Workshops - Koordinerte BIM-modeller - BH godkjenner løsning
Detaljprosjekt	- Detaljert prosjektering av hybrid ventilasjon - Detaljert koordinering av føringsveier og tekniske rom - Brann- og lydtiltak implementeres - Funksjonsbeskrivelser - Grensesnittsmatrise	RIV, RIBR, RIEN, ARK, IARK, (ENTR)	- BIM-koordinering - Kollisjonskontroll - Tett dialog med ENTR for gjennomførbarhet

2.3.2 Tidlige leveranser/premissdokumenter

I prosjekter med hybridventilasjon vil premissdokumenter i tidligfase være viktigere enn i prosjekter med konvensjonelle ventilasjonsløsninger. Dette for å gi byggherre et godt beslutningsgrunnlag, men også som dokumentasjon på opprinnelig anbefalte løsninger sammenlignet med endelig installerte løsninger. Nedenfor listes eksempler på sentrale premissdokumenter som kan være egnet i skisse- og forprosjektfase for et middels stort bygg.

Skisseprosjekt / konseptutvikling:

– Premissnotat: Prinsipper for klimatisering:

Et grunnleggende notat som beslutningsgrunnlag til byggherre. Her er det naturlig å diskutere aktuelle løsninger med tilhørende fordeler og ulemper:

- **Styring, regulering, kompleksitet**
 - Mekanisk eller naturlig som basis
 - Overgang fra sesonger/faser
 - Variable eller konstante luftmengder (mekanisk)
- **Naturlig ventilasjon** – Prinsipper, fordeler og ulemper
 - Vinduer, luker, ventiler
 - Forvarming
 - Filtrering
 - Motorstyring eller manuell styring
- **Mekanisk ventilasjon** – Prinsipper, fordeler og ulemper
 - Omrøring eller fortrengning
 - Grad av bygningsintegreerte løsninger
- **Luftmengder og materialbruk**
 - Synliggjøre erfaringsbaserte reduksjoner i mekaniske luftmengder og tilhørende redusert omfang av kanalnett, plassbehov teknisk rom mv.
- **Tilpasningsdyktighet**



- Endringer i planløsning, leietakerbytter, reservekapasitet
- **Risiko og barrierer**
 - Risiko rundt inneklimate og avhengighet til uteklimate
 - Barrierer opp mot regelverk og nødvendig dokumentasjon
- **Forventning til brukere**
 - Avsnitt med beskrivelse av hybrid ventilasjonsløsning sin påvirkning av brukeropplevelse. Herunder lyd fra vindusmotorer, kortvarig høyere lufthastigheter ved fasade osv.
- **Premissnotat: Lokalt uteklimate**

Notat som tar for seg lokale klimaforhold:

 - Temperaturer, lokale forurensninger, støy og vindpåvirkning
 - Innhold mye tilsvarende IAQ-plan i BREEAM eller svanemerkede bygg

Forprosjekt:

- **Premissnotat: Termisk og atmosfærisk inneklimate**

Tilnærmet standard inneklimate, basert på inneklimate-simuleringer (IDA ICE el. tilsv.)

 - Internlaster, temperaturer og CO₂-nivåer
- **Premissnotat: Systembeskrivelse hybridventilasjon**
 - Retningslinjer for størrelse og utforming av lukeåpninger
 - Styrestrategier
 - Systemskisser på romnivå

2.3.3 Grensesnittsmatrise

En grensesnittsmatrise som synliggjør avhengigheter og fordeler ansvar rundt ulike prosesser vil være et sentralt dokument i prosjekter med hybrid ventilasjon. Her må ansvar også settes på byggherre, og det vil være spesielt viktig å synliggjøre og avklare grensesnitt og samhandling mellom automatikk/ITB og RIV. En slik matrise må tilpasses det konkrete prosjekt, og vil se forskjellig ut avhengig av fase i prosjektet og entreprisform. I Appendix A vises eksempel på grensesnittsmatrise på et overordnet nivå, med utfyllende tekster.

3 Entrepriseformer

Entrepriseform kan være en vesentlig suksessfaktor i prosjekter med noe innovative løsninger, som hybridventilasjon. Det foreligger hovedsakelig tre entrepriseformer som benyttes i norske byggeprosjekter per i dag; samspills-, utførelses- og totalentrepriser. Andre formater finnes, men diskuteres ikke her.

Tabellen under oppsummerer vurdert egnethet for ulike entreprisemodeller i prosjekter med hybridventilasjon. Grønn farge betyr velegnet, gul betyr middels egnet og rød krever særlig overveielse.



Tabell 2 Entrepriseformers egnethet ved hybridventilasjon. Grønn=velegnet, Gul=middels egnet, Rød=krevende

Kategori	Samspillsentreprise		Utførelses- entreprise	Totalentreprise
	Åpen bok	overgang til totalentreprise		
Tidlig involvering	Grønn	Grønn	Gul	Rød
Tverrfaglig samarbeid	Grønn	Gul	Gul	Rød
Risikohåndtering - Løsninger	Grønn	Gul	Grønn	Rød
Risikohåndtering - Økonomi	Grønn	Grønn	Gul	Grønn
Sammensetning av team	Grønn	Grønn	Gul	Rød
Fleksibilitet og innovasjon	Grønn	Gul	Gul	Rød
Byggherres påvirkningskraft i utførelsen	Grønn	Rød	Gul	Rød

Samspillsentreprise

For å oppnå et vellykket prosjekt med hybrid ventilasjon er en viktig suksessfaktor tidlig samhandling, fokus på gjennomførbarhet og tett oppfølging fra prosjekterende gjennom byggeperioden og prøvedrift. En samspillsentreprise gir rom for å jobbe fleksibelt gjennom alle prosjektfaser med innovative løsninger. Samt mulighet for tidlig involvering fra teamet som utfører de praktiske byggearbeidene fra start til slutt.

Samspillsentrepriser vil derfor egne seg godt ved gjennomføring av løsninger som det er begrenset erfaring med i markedet, hvor fokuset er dialog, tillit, åpenhet samt felles målsettinger og økonomisk interesse.

Samspillsentreprise med overgang til totalentreprise

I en ordinær samspillsentreprise vil byggherre løpe kostnadmessig risiko, da disse ikke vil være låst gjennom en slik entreprisemodell. Det er derfor vanlig at byggherrer ønsker å gå over til en ordinær totalentreprisekontrakt i etterkant av en forprosjektfase i samspill. Overgangen kan medføre mer kontroll over kostnadene, men samtidig mindre kontroll over valgene som tas i detaljprosjektering og utførelse - dette spesielt dersom RIV og andre sentrale rådgivere skiftes ut etter samspillsfasen. Endringshåndtering blir også mindre dynamisk, da insentivene i en totalentreprise er annerledes enn i samspill.

Avveining rundt dette må tas per prosjekt, men forutsatt tilstrekkelig modenhet og god videreføring av løsninger fra samspillsfase, kan en kombinasjon av samspill og totalentreprise være en velfungerende modell.

Utførelsesentreprise

I en ren utførelsesentreprise er det en lite gunstig avstand i tid og kontraktsforhold mellom de prosjekterende og utførende. Dermed er det risiko for at entreprenørleddet ikke kan påvirke løsningsvalg, og dermed går prosjektet glipp av den praktiske erfaring som sitter i entreprenørleddet. Dette er særlig ugunstig når det arbeides med løsninger som er lite utbredt i markedet. Dermed medfører denne entrepriseformen økt risiko for økonomi, kvalitet og tid i et hybrid ventilasjonsprosjekt. Og risikoen bæres i stor grad av byggherre.



Denne økte risikoen kan reduseres ved å sørge for at prosjekteringsteamet har nødvendig kompetanse og erfaring med hybrid ventilasjon, sette av tilstrekkelig tid til modning av prosjektet, samt å ha en kort samspillsfase i forbindelse med kontrahering av entreprenør.

Totalentreprise

I en ordinær totalentreprise prosjekterer entreprenøren på egen hånd med sitt team, og tilbyr prosjektet til byggherre innenfor bestemte vilkår. Dette gir høy sikkerhet mht. kostnader og gjennomføring, men byggherres kontroll over sluttresultatet og mulighet til endringer underveis er begrenset. Da hybrid ventilasjon er lite utbredt i Norge, og kravspesifikasjoner er lite modne for løsningene, medfører denne entrepriseformen større risiko mht. kvalitet på sluttproduktet enn de andre entrepriseformene som diskuteres her.

Hvis en på tross av dette velger totalentreprise, bør det vurderes å stille klare krav til prosjektteam i tråd med anbefalingene i denne veilederen, samt vurdere en innledende fase for utvikling av løsninger i samarbeid mellom byggherre med sine rådgivere og entreprenør. På byggherresiden bør det være et kompetent team til oppfølging som har erfaring med hybrid ventilasjon.

4 Oppfølging byggeprosess, prøvedrift og igangkjøring

Oppfølging av byggeprosessen, prøvedrift og igangkjøring er kritiske faser i ethvert byggeprosjekt. Her skal det sikres at alle systemer og komponenter fungerer som tiltenkt, og at eventuelle avvik blir identifisert og korrigert før bygget tas i bruk. Spesielt for moderne tekniske løsninger og innslag av naturlige drivkrefter, kan små avvik ha betydelige konsekvenser. Det er derfor viktig med systematisk oppfølging og involvering av relevante fagpersoner.

Sårbarhet for avvik

Hybride klimatiseringssystemer er mer følsomme for avvik i produktvalg, utførelse og programmering enn tradisjonelle mekaniske løsninger. Dette skyldes både begrenset bransjee erfaring og at systemene baserer seg på naturlige drivkrefter som er mindre stabile. Derfor må fysiske egenskaper ved komponenter som påvirker ventilasjonen følges nøye opp.

Eksempler:

- *Boligprosjekt:* Avtrekksventiler ble valgt ut fra lavt trykkfall og estetikk, men det viste seg at høyere trykkfall var nødvendig for å sikre autoritet i ventilene. Dette krevde etterarbeid og feilsøking.
- *Utstillingsbygg:* RIV i tidligfase var ikke den samme som i detaljprosjektering, noe som førte til tap av viktig informasjon og utfordringer under prøvedrift.

Kritiske faser for oppfølging

- **Byggefasen og oppstart:** RIV bør aktivt følge opp og verifisere at løsningene fungerer som tiltenkt. Dette reduserer risikoen for brukerklager og driftsproblemer.
- **Ferdigstillelse:** RIV må involveres i ferdigstillelsesfasen, selv om dette tradisjonelt ligger under RITB. Ved hybride løsninger kreves spesialkompetanse for å sikre korrekt installasjon og funksjon.



- **Driftsfasen:** Oppfølging fra prosjekterende, spesielt RIV, bør inngå i entreprisekontrakten for å sikre effektiv håndtering av eventuelle problemer etter igangkjøring.

Ressurser og kompetanse

- **Feilsøking:** Teknisk entreprenør må sette av tilstrekkelige ressurser til feilsøking. Det kan være hensiktsmessig for byggherre å holde tilbake midler for å dekke slike kostnader.
- **Opplæring:** Driftspersonell må være godt opplært og motivert. De må forstå hvordan uteklimate, bruksmønster og sesongvariasjoner påvirker ventilasjonen, slik at nødvendige justeringer kan gjøres i tide.

5 Referanser

- Almankaas, I. L., & Lassen, N. (2025). *Hybride ventilasjonsløsninger i Norge – Regulatoriske barrierer og anbefalinger til endring av rammeverket*. Skanska.
- Byggallianse, G. (2025). *BREEAM-NOR-manual og verktøy*. Retrieved from <https://byggalliansen.no/sertifisering/om-breeam/manual-og-verktoy-og-hjelp/breeam-nor-manual-og-verktoy/>
- Førland-Larsen, A., & Halderaker, I. D. (2016). *Avenserte versus enkle tekniske systemer*. Grønn Byggallianse.
- Førland-Larsen, A., & Halderaker, I. D. (2016). *Forenkling av tekniske systemer*. Grønn Byggallianse.
- Halla, H., Liaøy, A., Petersen, A. J., & Utstøl, S. (2025, 08 04). Hybrid ventilasjon: En klimatiseringsløsning for fremtiden? *Nemitek*.
- Hanssen-Bauer, I. (2015). *Klima i Norge 2100*. NCCS.
- Jantunen, J. S. (2009). Intrusion of airborne pollen through open windows and doors. *Aerbiologia*, 193-201.
- Miljødirektoratet. (2022). *Støykart - Strategisk - Veg*. Retrieved from https://kartkatalog.miljodirektoratet.no/MapService/Details/stoykart_strategisk_veg
- Rabani, M., Petersen, A. J., Steneng, C., Utstøl, S., & Halla, H. (2024). Hybrid Ventilation Systems for Reduced Lifetime Emissions in Cold Climates. *BuildSim Nordic 2024*.
- Rabani, M., Petersen, A. J., Steneng, C., Utstøl, S., Halla, H., & Liaøy, A. (2025). Quantifying greenhouse gas emissions from HVAC - A case study of natural, hybrid and mechanical ventilation strategies. *Journal of Building Engineering*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710225018790?via%3Dihub>.
- Rabani, M., Petersen, A. J., Utsøl, S., Liaøy, A., Steneng, C., Kampel, W., & Halla, H. (2025). *Karbonavtrykk fra klimatiseringsløsninger*. Multiconsult.
- Vegvesen. (2025). *Støysoner for riks- og fylkesveger*. Retrieved from <https://kart-vegvesen.maps.arcgis.com/apps/instant/sidebar/index.html?appid=e3635512dfa24b7f9b97687a0c68d888&locale=en>

Appendiks

A. Grensesnittsmatrise

		PROSJEKTERENDE							UTFØRENDE					BYGGHERRE	
		ARK	RIV	RITB	RIE	RIBFY/ RIEN	RIAKU	RIBr	BE	VE	RE	EE	AE	BH	
PROSJEKTERINGSFASE	Overordnet konsept hybrid ventilasjonsløsning	D	H			P	P	P	D	D				V	RIV har hovedansvar for overordnet konsept, med utarbeidelse av premissdokumenter overfor andre fag og beslutningsunderlag byggherre. Herunder presentere fordeler og ulemper med foreslått løsning hybridventilasjon, sammenlignet med tradisjonell mekanisk ventilasjon. Ofte vil naturlig ventilasjonsdel prosjekteres av spesialist, underlagt ansvarsområde RIV.
															ARK/IARK er delaktig i prosess med bygningsintegrt design, fasadeløsninger, overflatematerialer og føringsveier.
															RIBFY/RIEN angir premisser rundt energikrav.
															RIAKU og RIBr er premissgivere knyttet til overstrømningløsninger, utendørs støy og brannkonsept ventilasjon, og må involveres i tidlig fase for å vurdere løsninger foreslått av RIV .
															Dersom utførende er involvert i denne fase, bør BE/VE involveres, og ta eierskap til løsninger.
															BH må verifisere løsninger med tilhørende risiko.
	Lufttransport i bygget	D	H				P	P	D	D					RIV har hovedansvar rundt føringsveier for luft – både med mekaniske og naturlige drivkrefter.
															ARK har delansvar for bygningsmessig å muliggjøre føringsveier for naturlige drivkrefter gjennom bygget (kryssventilering, skorsteinseffekt mv.). Samt bearbeiding av fasade design og geometrier for vinduer/luker, sammen med RIV .
															RIBr og RIAKU er premissgivere rundt brann/røyk og lydsmitte, noe som krever spesiell oppmerksomhet ved utnyttelse av naturlige drivkrefter for luft gjennom bygget.
															BE og VE bør delta i prosess, få mulighet til å komme med innspill og ta eierskap til løsninger.
	Termisk og atmosfærisk inneklima	D	H (D)			D (H)								V	RIV (enkelte ganger RIEN) er ansvarlig for simuleringer og dokumentasjon av termisk og atmosfærisk inneklima. Spesielt viktig å synliggjøre trekkssituasjon ved naturlig bidrag i ventilering, samt utrede forhold rundt påvirkning fra utvendige forurensninger (evt. omhandle i eget klimanotat).
															ARK har delansvar for tilpasning av fasadeløsninger (inkl solavskjerming), eksponerte overflater (varmelagring) osv., ut ifra forslag og premisser fra RIV og RIEN .

	Energi-forsyning															RIBFY/RIEN har delansvar for avstemming av forutsetninger i inneklimateberegninger mot energikonsept. BH har verifiserende rolle, og må ta stilling til om resulterende inneklimateberegninger er tilfredsstillende.
			H			P					D					RIV har hovedansvar for konseptvalg og dimensjonering av energiforsyningsløsninger. RIEN vil være premissgiver for forankring opp mot energiytelse levert energi Såfremt RE er involvert i denne fase vil de ha et delansvar, og delta i prosess.
																RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
																AUT/RIEN har hovedansvar for integrering av romreguleringsfunksjoner for klima. RIV har delansvar og utarbeider systemskjema og funksjonsbeskrivelser for romklimatiseringsløsninger. Dette er svært sentrale dokumenter i prosjekter med hybridventilasjon, og må omforenes og følges opp tverrfaglig, helt frem til og med utførelse. Tilhørende funksjonstabeller må utarbeides, for å avklare ansvar rundt funksjon og leveranse på komponentnivå (f.eks: Skal vindusmotorer leveres av byggfag eller elektro, og hvem har ansvar for funksjon?)
	Lokal rom-oppvarmings- og kjøleløsninger	D	H		(D)											RIE har delansvar for kabling, romfølere, styring solavskjerming osv.
																RIBFY/RIEN har hovedansvar for å dokumentere energiytelse mot myndighetskrav og evt. prosjektambisjoner. ARK har delansvar og må samarbeide med RIEN rundt ulike bygningsmessige tiltak for oppnåelse av energiambisjon. RIV har delansvar for korrekt input rundt ventilasjons-, varme- og kjøleanlegg, herunder energiforsyning. BE må ta eierskap til løsninger.
																ARK er hovedansvarlig, men omfang/størrelse/plassering av vinduer/luker for naturlig bidrag til ventilasjon må avstemmes med RIV . RIE må også involveres for å få utformet solavskjerming på en måte som er forenelig med vinduslufting, energiberegninger og dagslys. BE/VE bør delta i prosess, få mulighet til å komme med innspill og ta eierskap til løsninger. BH må verifisere fasadeløsninger.
																RIV er satt som hovedansvarlig. Dette kan variere avhengig av entrepriseform, her eksempel med byggherrestyrt entreprise. Alle øvrige rådgivere har her et delansvar. Det er spesielt viktig med tverrfaglig koordinering av kravspesifikasjoner i prosjekter med hybridventilasjon.
	Rom-regulering klima															RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
																RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
																RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
																RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
	Energiytelse															RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
																RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
																RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
																RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
	Fasade-løsninger															RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
																RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
																RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
																RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
	Tverrfaglig koordinert(e) kravspesifikasjon(er)															RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
																RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
																RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)
																RIV har hovedansvar og fremlegger forslag til løsninger med tilhørende konsekvenser. ARK må involveres for tilrettelegging rundt bygningsmessige forhold knyttet til lokale varme- og kjøleløsninger. (Evt. delansvar RIE , dersom innslag elektrisk oppvarming)

																Dersom utførende er med i prosjekteringsfasen bør de være involvert i utforming av, og ta eierskap til, kravspesifikasjoner.
																Her bør BH ha et delansvar rundt utarbeidelse kravspesifikasjoner, i tillegg til å ha en verifiserende rolle.
UTFØRELSE	Tverrfaglige tester før overtakelse		D	H						D	D	D	D			RITB har overordnet ansvar for organisering og gjennomføring av tverrfaglige tester mot slutten av utførelsesfasen. <i>NS6450 - Idriftsetting og prøvedrift av tekniske bygningsinstallasjoner og NS 3935 - Prosjektering, utførelse og idriftsettelse</i> kan med fordel legges til grunn her.
																RIV bør her aktivt delta for å kvalitetssikre funksjon i henhold til hensikt.
																Utførende tekniske fag VE, RE, EE og AE er ansvarlige for gjennomføring av tester innenfor sine fagfelter og kontraktsforhold.
	Igangkjøring og innregulering		D	D	D					H	H	H	H	V		Utførende tekniske fag VE, RE, EE og AE er ansvarlige for igangkjøring og innregulering, med tilhørende dokumentasjon. <i>NS6450 - Idriftsetting og prøvedrift av tekniske bygningsinstallasjoner og NS 3935 - Prosjektering, utførelse og idriftsettelse</i> kan med fordel legges til grunn her.
																RIV, RIE og RITB bør involveres for kvalitetssikring.
																BH får oversendt dokumentasjon til godkjenning.
PRØVEDRIFT	Oppfølging i prøvedrift		D	D		D				H	H	H	H			RIV og RITB bør i fellesskap sette opp en plan for gjennomføring av utvalgte tester i løpet av prøvedriftsperioden, og følge opp tester underveis. <i>NS6450 - Idriftsetting og prøvedrift av tekniske bygningsinstallasjoner og NS 3935 - Prosjektering, utførelse og idriftsettelse</i> kan med fordel legges til grunn her.
																Utførende tekniske fag VE, RE, EE og AE er ansvarlige for oppfølging i prøvedrift generelt, og gjennomføring av tester med dokumentasjon.
	H = Hovedansvar, D = Delansvar, P = Premissgiver, V = verifiserer løsninger															
	ARK = Arkitekt															
	RIV = Rådgiver VVS															
	RITB = Rådgiver automatikk / ITB															
	RIE = Rådgiver elektro															
	RIBFY/RIEN = Rådgiver bygningsfysikk / energirådgiver															
	RIAKU = Rådgiver akustikk															
	RIBr = Rådgiver brann															
	BE = Byggeprenør															
	VE = Ventilasjonsprenør															
	RE = Røreprenør															
	EE = Elektroentreprenør															
	AE = Automatikkentreprenør															
	BH = Byggherre															