

NOTAT

OPPDRAAG	Helse Bergen, Adkomsttunnel til Protonsenteret	DOKUMENTKODE	10204550-RIBfy-NOT-001
EMNE	Bygningsfysisk grunnlag for totalentreprise	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Helse Bergen HF	OPPDRAAGSLEDER	Rune Kjærland
KONTAKTPERSON	Lars-Petter Smidt	SAKSBEHANDLER	Oddmund Vingdal
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233043 Bygningsforvaltning og Bygningsfysikk Vest

SAMMENDRAG

Oppvarmede deler av tilkomsttunnel defineres som bygning som skal holde lav innetemperatur.

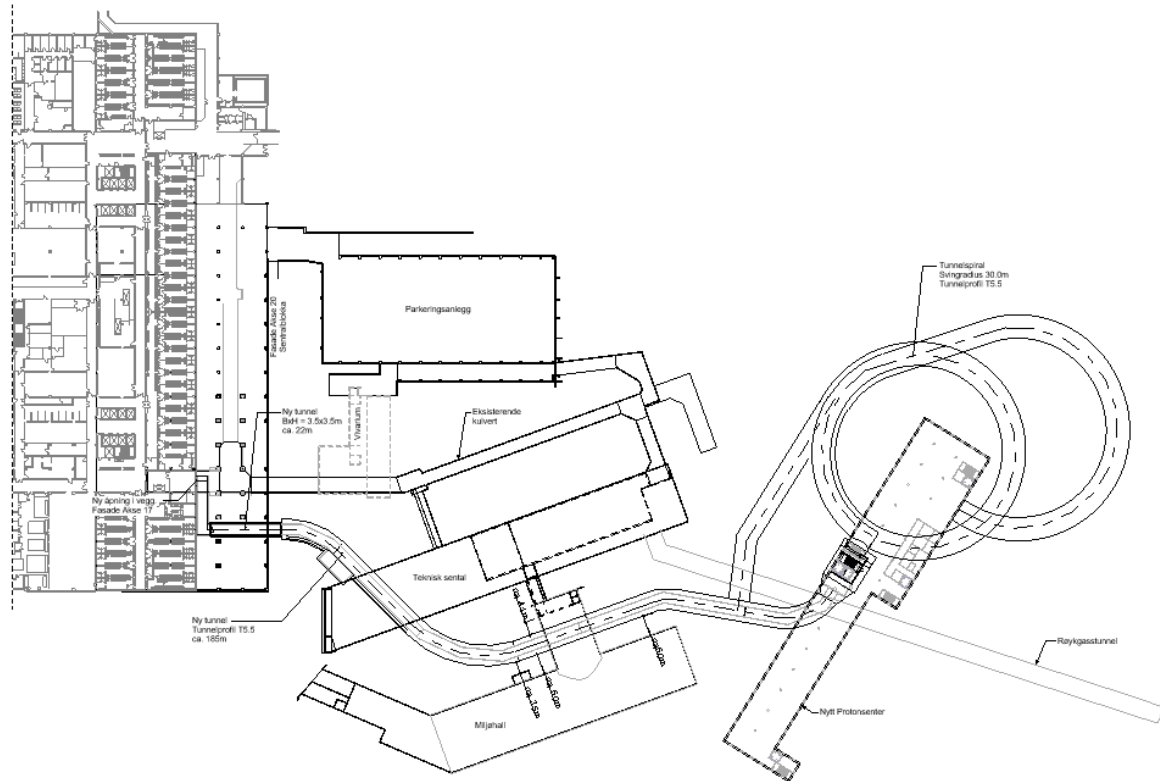
Følgende notat angir krav til bygningsdeler og komponenter for å holde energibehovet på et forsvarlig nivå, samt å sørge for fukt- og radonsikring av tilkomsttunnel.

04	02.04.2019	Grunnlag for totalentreprise	Oddmund Vingdal	Andrew Weaver	
03	21.03.2019	Revisjon av kap. 2.1.1 og 2.1.2	Oddmund Vingdal	Runar W. Hjørnevang	
02	01.03.2019	Supplerende premisser øvrige oppvarmede rom	Oddmund Vingdal	Runar W. Hjørnevang	
01	22.02.2019	Oppdaterte premisser	Oddmund Vingdal	Runar W. Hjørnevang	
00	21.09.2018	Utsendt	Oddmund Vingdal	Olav Aga	
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

1 Innledning

Det skal anskaffes totalentreprise for tilkomstunnel til det nye Protonbygget tilknyttet Haukeland Universitetssykehus. Dette notatet beskriver det bygningsfysiske grunnlaget for tilkomstunnelen.

Figur 1 viser oversiktsplan for adkomsttunnelen.



Figur 1 Oversiktsplan til Protonsenteret

2 Grunnlag for totalentreprise

2.1.1 Oppvarming, ventilasjon og fukthåndtering

Oppvarming og ventilasjon

Tilfredsstillende oppvarming og ventilasjon for å sikre komfortkrav til pasienter og personell.

Radon

Trykksenkende tiltak på innvendig side av fjellduk, som kan aktiveres dersom inntilliggende soner for varig opphold får tilsig av radon fra bergtunnel.

Drenering og fukthåndtering

Drenssystem og plan for bortledning, for å håndtere tilsig av grunnvann i bergtunnel. Dette systemet må ha tilstrekkelig kapasitet, og må utformes slik at sokler/fundamenter eller gulvkonstruksjoner ikke blir stående i vann.

Det bør etableres en grøft rundt tilkomsttunnelen, som utformes slik at den samler opp alt vann som føres ned i grunnen på baksiden av tunnelduken. I grøften legges drenerende masser og drenerør med fall. Bruk av filtduk vurderes å benyttes for å hindre igjenslamming av rør. En bør vurdere behov for reserveløsning ved tett drenssystem. Dette kan eksempelvis være to separate drenerør ut av fjellanlegget eller en pumpekum. Drenerør bør utformes slik at det kan renses/spyles ved behov.

Fuktkontroll av luftsjikt mellom fjellduk og konstruksjon må vurderes, og da å legge til rette for et visst luftskifte for hindre fuktansamling over tid.

Tilluft i heissjakt bør avfuktes for å hindre stor fuktbelastning oppover i sjakt.

2.2 Bygningsdeler

2.2.1 Tunnel for personaltransport:

Yttervegger

- Krav: $U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$, ikke medregnet grunnens varmemotstand.
- Premisser:
 - Fuktsikring i form av tunnellduk utenfor veggkonstruksjon. Duken skal være stram og ha nødvendig fall for å unngå vannlommer og sikre avrenning. Alle skjøter, innfestinger og gjennomføringer skal være vanntette.
 - Kompakt veggkonstruksjon, uten bruk av organisk materiale.
 - Lufttetthet mot intilliggende konstruksjoner og mellomliggende element må sikres både på innvendig og utvendig side. Sistnevnte for å sikre mot inntrengning av fuktig luft og radon. Elementleverandør må beskrive tilfredstillende lufttetting av elementskjøter.
 - Ved bruk av stålsandwich bør denne anlegges på sokkel, slik at veggkonstruksjonen kommer opp fra grunn. Elementene må være tilpasset aktuelt miljø.
 - Sokkel skal ha kappilærbrytning i form av trykkfastisolasjon og grunnmursplate vendt ut mot drenerende masser i grunnen.
- Eksempelvis oppbygning: Betongelementer med 150 mm kontinuerlig utvendig isolasjon, eventuelt som sandwichkonstruksjon. Isolasjon skal ha varmekonduktivitet lik eller lavere enn $0,037 \text{ W/mK}$.

Tak

- Krav: $U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$, ikke medregnet grunnens varmemotstand.
- Premisser:
 - Fuktsikring i form av tunnellduk utenfor takkonstruksjon. Duken skal være stram og ha nødvendig fall for å unngå vannlommer og sikre avrenning. Alle skjøter, innfestinger og gjennomføringer skal være vanntette.
 - Takkonstruksjon innenfor tunnellduk vil fungere som undertak, og må ha effektiv bortledning av fuktighet, med avrenning i god avstand ut fra underliggende konstruksjon. Takkonstruksjonen skal ha fall på minst 1:40, helst mer for å sørge for tilstrekkelig avrenning.
 - Kompakt tak, uten bruk av organisk materiale. Dampsperre på varm, innvendig side av isolasjonsjiktet, kan eksempelvis være av asfalttakbelegg med sveisede skjøter. Alle tilslutninger mellom dampsperre og tilstøtende konstruksjoner må være lufttett.
 - Lufttetthet mot intilliggende konstruksjoner og mellomliggende element må sikres.
- Eksempelvis oppbygning: Elementer med 200 mm kontinuerlig utvendig isolasjon, eventuelt som sandwichkonstruksjon. Isolasjon skal ha varmekonduktivitet lik eller lavere enn $0,037 \text{ W/mK}$.

Gulv mot grunnen

- Krav: $U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$, medregnet grunnens varmemotstand.
- Premisser:
 - Unngå organisk materiale.
 - Kombinert radonmembran og diffusjonsperre i gulv mot grunnen føres med tett tilslutning til yttervegg.
 - Minimum 2/3 andel av isolasjon på kald side av dampsperre/radonmembran. Tilstrekkelig glide- og beskyttelsesjikt av radonmembranen skal anvendes.
- Eksempelvis oppbygning: Støpt gulv, med 150 mm underliggende isolasjon av XPS. deklartert varmekonduktivitet mindre eller lik $0,037 \text{ W/mK}$.
- Gulv anlagges på drenerende masser slik at ikke fuktighet blir stående mot golvkonstruksjonen.

2.2.2 Øvrige oppvarmede rom og konstruksjoner mot berg

Øvrige oppvarmede rom og konstruksjoner som grenser mot berg må isoleres for å motvirke faren for kondens. Det legges til grunn minimum 100 mm isolasjon som plasseres på utsiden av bærekonstruksjonen. Innstøpt isolasjon i form av betongsandwich er også en egnet løsning.

3 Forskriftskrav

Persontunnelen skal oppvarmes og være tilkoblet to fullt oppvarmede bygg. Settpunkttemperatur for persontunnelen er forutsatt å være på 18°C.

Fjellet vil ha en grunntemperatur på 8,5°C. Dette tilsier at temperaturdifferansen blir lik eller lavere enn bygning som skal holde lav innetemperatur (<15°C) i oppvarmingssesongen iht. §14-1 (4) i Byggeteknisk forskrift (TEK 17). Etter e-postkorrespondanse med *Direktoratet for Byggkvalitet* blir det vurdert at det er rimelig å definere tilkomsttunnelen som bygg som skal holde lav innetemperatur.

I henhold til TEK 17 §14-1, fjerde ledd gjelder ikke energikravene i kapittel 14 for bygninger som ut fra forutsatt bruk skal holde lav innetemperatur. Bygget skal da innrettes slik at transmisjonsvarmetapet ved aktuell innetemperatur ikke blir større enn det som tillates i en fullt oppvarmet og fullisolert bygning.

Isolasjonsstandarden vil da bestemmes ved en enkel beregning der transmisjonsvarmetapet for bygning med lav innetemperatur og redusert isolasjonstykkelse ikke skal overskride tilsvarende tall for fullt oppvarmet og fullisolert bygning. Med fullisolert bygning menes i denne sammenheng en bygning som oppfyller kravene i §14-3 eller §14-4.

I beregningen er tilsiktet innetemperatur satt til 15 °C. Dette innebærer en temperaturdifferanse på 19,8 °C i forhold til kaldeste månedsmiddeltemperatur ved standard Oslo-klima. Temperaturdifferansen for tilkomsttunnelen er tilnærmet 10°C, og beregningen regnes derfor å være konservativ.

Tabell 1 Inndata transmisjonsvarmetap

Innetemperatur, forskrift: 21 °C
Tilsiktet innetemperatur i bygningen: 15,00 °C

Bygningsdel	areal (m ²)	U-verdi (W/m ² K)	U-verdikrav (W/m ² K)
yttervegg, netto	1 528	0,22	0,18
tak	705	0,18	0,13
gulv	705	0,14	0,1
glass, vinduer dører, porter		1,20	0,8
normalisert kuldebroverdi	705	0,12	0,07

Tabell 2 Beregning av transmisjonsvarmetap

måned	måneds- middeltemp	aktuell bygning					"forskriftsbygning"	
		yttervegg	tak	gulv	glass m.v.	kuldebro	totalt (kWh)	totalt (kWh)
januar	-3,7	4650	1756	1366	0	878	8650	8939
februar	-4,8	4767	1800	1400	0	900	8866	9036
mars	-0,5	3850	1454	1131	0	727	7162	7781
april	4,8	2444	923	718	0	461	4546	5674
mai	11,7	800	302	235	0	151	1488	3366
juni	16,5	0	0	0	0	0	0	1576
juli	17,5	0	0	0	0	0	0	0
august	16,9	0	0	0	0	0	0	1484
september	11,5	823	311	242	0	155	1530	3327
oktober	6,4	2125	803	624	0	401	3953	5284
november	0,5	3484	1316	1023	0	658	6481	7180
desember	-2,5	4350	1643	1278	0	821	8092	8505
totalt		27293	10307	8016	0	5153	50 770	62 153

Beregnet transmisjonsvarmetap for tilkomsttunnelen er på 50 770 kWh hvilket er innenfor kravet på 62 153 kWh.

Tilkomsttunnelen vil ved disse forutsetningen tilfredsstille energikravene i kapittel 14 i TEK 17.