



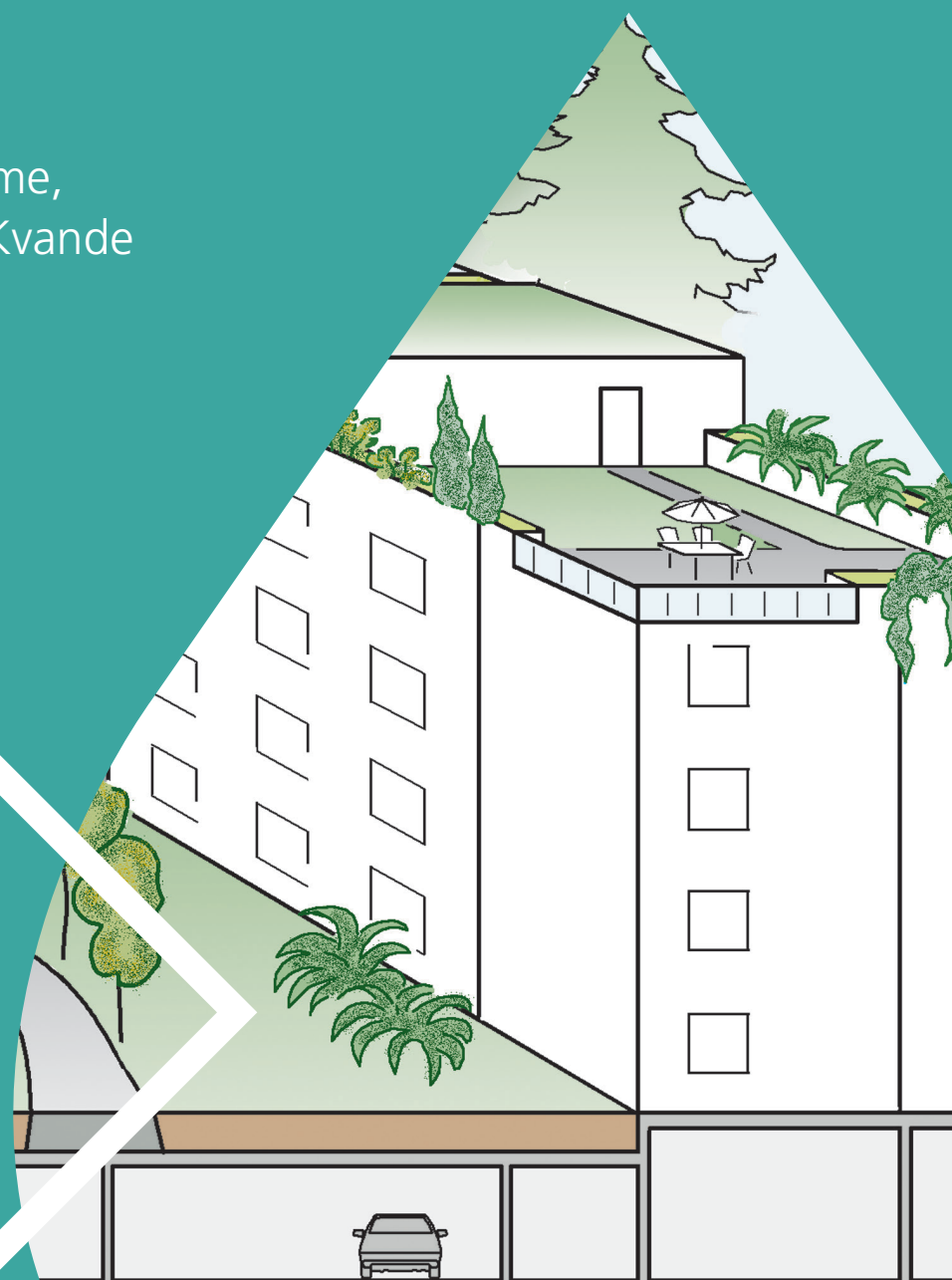
KLIMA
2050

RAPPORT

Nr. 30 – 2022

RISIKORAMMEVERK FOR BLÅGRØNNE TAK

Erlend Andenæs, Berit Time,
Tone Muthanna og Tore Kvande





KLIMA 2050

Klima 2050 Report No 30

Erlend Andenæs (NTNU), Berit Time (SINTEF Community), Tone Muthanna (NTNU) og Tore Kvande (NTNU)

Risikorammeverk for blågrønne tak

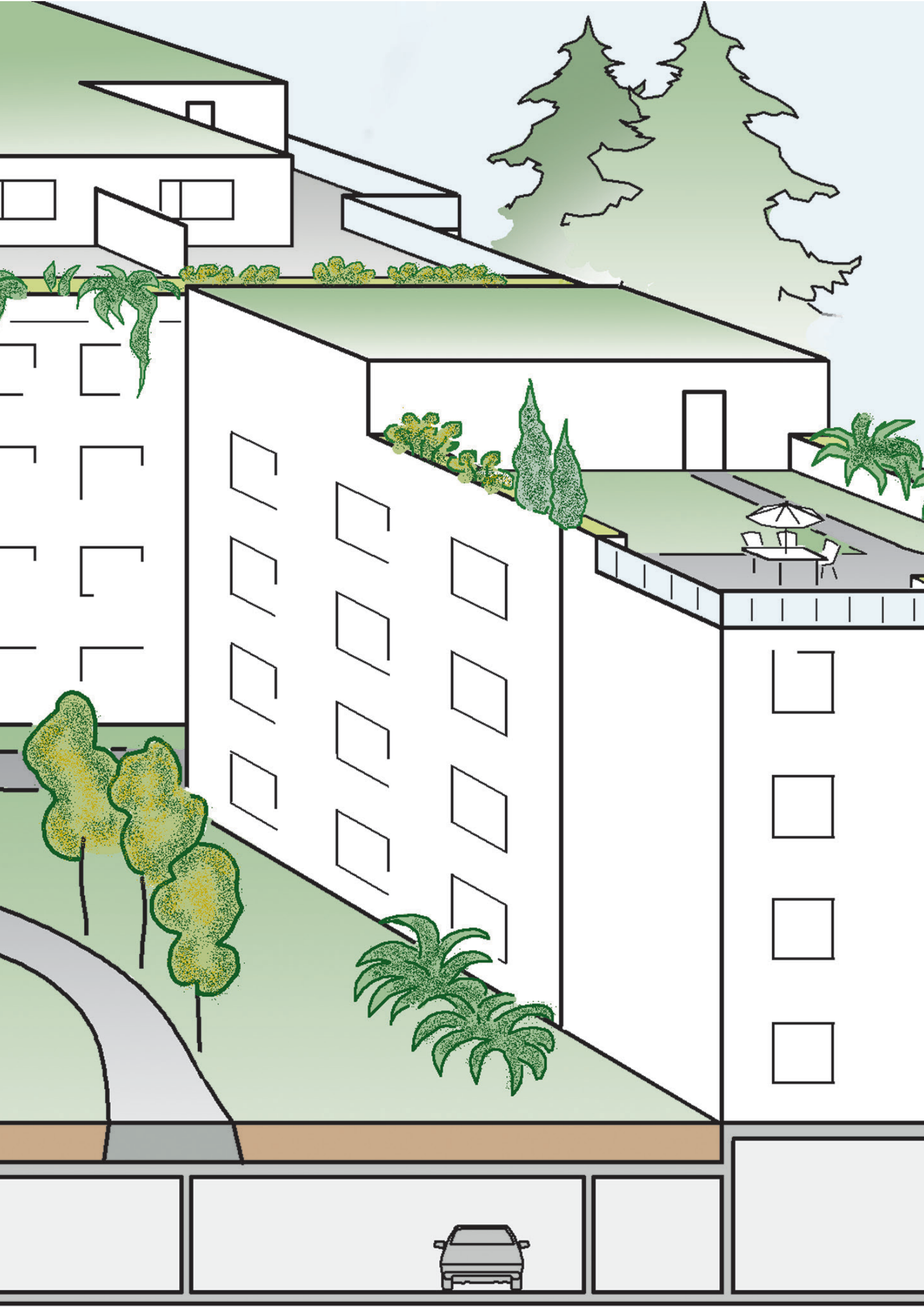
Keywords: Blågrønne tak, grønne tak, fordrøyende tak, risiko, rammeverk

ISBN: 978-82-536-1736-7

Illustration front cover and page 3: Byggforskserien, redigert vignett fra anvisning 525.306

Publisher: SINTEF Community, Høgskoleringen 7 b, PO Box 4760 Sluppen, N-7465 Trondheim

www.klima2050.no



Forord

Det satses for tiden stort på naturbaserte løsninger for å håndtere overvann i byer, både nasjonalt og internasjonalt. I Norge er naturbaserte løsninger påkrevd i statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning (KDD). Blågrønne tak kan spille en viktig rolle innen overvannshåndtering i urbane områder. Denne rapporten omhandler blågrønne tak og de praktiske utfordringene som må løses for å bygge dem på en vellykket måte. Takene kan brukes til å forsinke, fordrøye eller redusere avrenning, samtidig som de også tjener en estetisk funksjon. Blågrønne tak kan også bygges som brukstak eller for å tilrettelegge for biologisk mangfold. Denne nye bruken av taket vil medføre visse bygnings-tekniske utfordringer sammenlignet med et konvensjonelt kompakt tak. Denne rapporten redegjør for de viktigste utfordringene og presenterer en «sjekkliste» for å håndtere dem systematisk. Arbeidet har utgangspunkt i en doktorgrad ved NTNU i samarbeid med Klima 2050 (Andenæs). Formål og format ved rapporten er i stor grad inspirert av rapporten *Klimatilpasset bygning – Anvisning for anskaffelse i plan- og byggeprosessen* (Sivertsen mfl.). Inspirasjon og erfaringsdata er også hentet fra et innovasjonsprosjekt i regi av Skjævelandgruppen ved Multiblokk. Erfaringer fra et av deres prosjekter har bidratt med mye praktisk kunnskap til rammeverket, og også synliggjort behovet for et rammeverk.

Klima 2050 – Reduksjon av samfunnsrisiko knyttet til klimaendringer på det bygde miljø er et senter for forskningsbasert innovasjon (SFI) finansiert av Norges forskningsråd og partnerne i konsortiet. SFI-statusen muliggjør langsiktig forskning i nært samarbeid med privat og offentlig sektor, samt med andre forskningspartnerne som har som mål å styrke Norges innovasjons- og konkurransevne innen klimatilpasning. Sammensetningen av konsortiet er viktig for å kunne redusere samfunnsrisikoen forbundet med klimaendringer.

Senteret vil styrke bedriftenes innovasjonskapasitet gjennom fokus på langsiktig forskning. Det er også et klart mål å legge til rette for tett samarbeid mellom FoU-aktive bedrifter og fremtredende forskningsgrupper. Det blir lagt vekt på utvikling av fuktbestandige bygninger, overvannshåndtering, blågrønne løsninger, tiltak for forebygging av vannutløste skred, sosioøkonomiske insentiver og beslutningsprosesser. Både ekstremvær og gradvise endringer i klimaet blir omhandlet.

Vertsinstitusjonen for SFI Klima 2050 er SINTEF Community, og senteret ledes i samarbeid med NTNU. De andre forskningspartnerne er Handelshøyskolen BI, Norges Geotekniske Institutt (NGI) og Meteorologisk institutt.

Industripartnerne representerer viktige deler av norsk byggenæring; rådgivere, entreprenører og produsenter av byggevarer og teknologi: Skanska Norge, Multiconsult AS, Mesterhus, Norgeshus AS, Leca Norge AS, Isola AS og Skjæveland Gruppen AS. Senteret inkluderer også viktige offentlige byggherrer og eiendomsutviklere: Statsbygg, Statens vegvesen, Jernbanedirektoratet og Avinor AS. Sentrale aktører er også Trondheim kommune, Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Finans Norge.

Forfatterne ønsker å rette en stor takk til Remy Eik ved SINTEF for grafisk bistand i rapporten.

Trondheim, februar 2022

Berit Time
Senterleder
SINTEF Community

Sammendrag

Blågrønne tak kan betraktes som en undergruppe av grønne tak der levende planter og deres substrater brukes som en del av en strategi for å håndtere overvann på takene. I motsetning til typiske grønne tak bygges blågrønne tak spesifikt for å håndtere overvann, som kan innebære at det bygges stor kapasitet for vannlagring eller at det tilrettelegges for forsinket avrenning. Sammenlignet med konvensjonelle tak blir blågrønne tak utsatt for litt ulike klimatiske påkjenninger og det kan dukke opp forskjellige utfordringer under prosessen med prosjektering, bygging og bruk. Særlig er det en utfordring å koordinere alle fagene som bidrar til utforming og utførelse av taket.

Denne rapporten er ment å gi et overordnet tverrfaglig overblikk til hjelp ved planlegging, prosjektering, bygging og bruk av blågrønne tak. Anvisningen peker på tema som må belyses og oppgaver som må løses, men det henvises til annen litteratur (f.eks. SINTEF Byggforskserien) for informasjon om hvordan løsningene skal utføres i praksis.

Det er tilstrebet at anvisningen skal være kort, praktisk og presis. Anvisningen er derfor utformet som en overordnet sjekklister over aksjoner og oppgaver som må hensyntas og løses i de ulike fasene av en byggesak med videre henvisning til relevante kilder og verktøy.

Arbeidet er initiert innenfor *SFI Klima 2050* og delvis skrevet i samarbeid med BIA-prosjektet *Urbane fordrøyende tak - Verktøykasse for prosjektering og utførelse*. Arbeidet har sitt utspring i en doktorgrad om risikovurdering av blågrønne takløsninger, som ble igangsatt for å kartlegge de bygningstekniske aspektene ved grønne tak og avdekke eventuelle konflikter mellom taket som bygningskonstruksjon og som overvannstiltak.

Innhold

FORORD	5
SAMMENDRAG	6
1 INNLEDNING	8
1.1 FORMÅL OG OMFANG.....	8
1.2 BLÅGRØNNE TAK.....	8
1.3 RISIKO OG BYGGSKADER	8
1.4 LITTERATUR OM BLÅGRØNNE TAK.....	9
1.5 AKTØRER I ET PROSJEKT MED BLÅGRØNNE TAK	10
1.6 MÅLGRUPPE FOR SJEKKLISTA	10
1.7 FORKLARING AV SENTRALE BEGREPER	11
2 SJEKKLISTAS OPPBYGNING OG ELEMENTER	12
2.1 GENERELT	12
2.2 FASER I ET BYGGEPROSJEKT	12
3 KATEGORIENE I SJEKKLISTA	13
3.1 HYDROLOGISK FUNKSJON.....	13
3.2 PLANTETRIVSEL.....	13
3.3 ORGANISASJON.....	14
3.4 MATERIALERS INTEGRITET	15
3.5 FUKTSIKKERT DESIGN.....	16
3.6 DRENERING OG SLUK.....	17
3.7 LASTER OG VIND.....	17
3.8 BRANN.....	18
3.9 VEDLIKEHOLD	19
3.10 MILJØ	19
4 SJEKKLISTA I SIN HELHET	21
5 REFERANSER	27

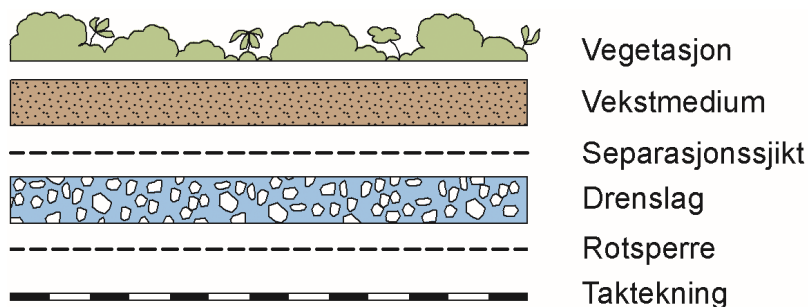
1 Innledning

1.1 Formål og omfang

Blågrønne tak er en type konstruksjoner som involverer mange fag i alle prosjektets faser. Ulike aktører som skal utforme og montere taket stiller med ulike krav, ulik kompetanse og ulik oppfatning av risiko. Veiledninger og dokumentasjon eksisterer for de fleste aspektene av blågrønne tak, men informasjonen kan være krevende å finne og sette seg inn i for beslutningstakere. Denne rapporten søker å gi en oversikt over beslutninger som er nødvendige å ta i et prosjekt som involverer grønne og blågrønne tak. Dette inkluderer organisering av prosjektet og formidling av informasjon like mye som faglige spørsmål. De nødvendige beslutningene er presentert som ei sjekklister fordelt etter faser i byggeprosessen.

1.2 Blågrønne tak

Blågrønne tak er tak der levende planter, deres vekstmedium, og eventuelle dypere lag benyttes for å lagre overvann som en del av en overvannsstrategi. Det er i prinsippet *formålet* som skiller blågrønne tak fra ordinære grønne tak, men blågrønne tak kan også være utformet spesifikt for å gi ekstra vannlagringskapasitet sammenlignet med et typisk grønt tak. Figur 1 viser de ulike lagene i et blågrønt tak.



Figur 1: Lagene i et blågrønt tak. Figur basert på (Skjeldrum og Kvande, 2017)

Grønne og blågrønne tak bygges vanligvis oppå kompakte takkonstruksjoner. Denne taktypen er en konstruksjon med flere lag som ligger oppå hverandre uten luftespalter eller andre mellomrom. Dette begrenser mulighetene for uttørring dersom vann skulle komme inn i konstruksjonen, noe som gjør kompakte tak sårbare for vannskader sammenlignet med luftede tak. Begrepet «blågrønne tak» er ikke entydig definert i internasjonal forskningslitteratur (Andenæs) og hydrologer vil antagelig foretrekke mer presise begreper, men denne rapporten vil likevel bruke «blågrønne tak» da det antas godt nok til dagligtale og byggetekniske formål.

Merk at de fleste risikoaspekter for blågrønne tak også vil være relevante for de fleste typer grønne tak.

1.3 Risiko og byggskader

Begrepet risiko er sentralt i diskusjoner om byggetekniske løsninger. Denne rapporten omhandler *kvalitetsrisiko*, altså risikoen for byggskader. Risiko er ikke et strengt definert begrep, men det innebærer en vurdering av både sannsynligheten for og konsekvensen av uønskede hendelser. Begrepet er bredere diskutert av Andenæs et al. (2020)

Omfanget av byggskader i Norge har vært en utfordring i lengre tid. Det anslås i flere rapporter (Ingvaldsen, *Byggskadeomfanget i Norge - Utbedringskostnader i norsk bygge-/eiendomsbransje - og erfaringer fra andre land*; Ingvaldsen, *Skader på bygg - grunnlag for*

systematisk måling; Ingvaldsen, *Byggskadeomfanget i Norge (2006)*) at kostnader knyttet til oppretting av byggskader utgjør 7-11% av de årlige kostnadene til nybygg i Norge.

Ingvaldsen, og senere også Kvande og Lisø (2010), definerer tre kategorier av byggskader: Skader som skyldes mangelfull bygging, skader som skyldes mangelfullt vedlikehold, og skader som skyldes overbelastning eller feil bruk. De fleste skader i de to første kategoriene inngår i definisjonen av *prosessforårsakede byggskader*, som defineres slik: «Skade på bygg som skyldes at det under utredning, prosjektering, produksjon eller materialtilvirkning ikke har lyktes en aktør å følge normert, standardisert, anerkjent metode eller konkrete spesifikasjoner.» eller «Bortfall/reduksjon av forutsatt ytelse som observeres etter at byggarbeidene er avsluttet og som er forårsaket av andre forhold enn forutsatt/akseptert slitasje under den forutsatte levetid».

Blågrønne tak er en type konstruksjon der konsekvensene av byggskader kan bli svært kostbare. Teknologien inkluderer et konstant fuktig miljø utenpå bygningens klimaskall, der selve vanntettingen ligger skjult og utilgjengelig for inspeksjon, og reparasjon blir svært dyrt fordi planter og jord må flyttes og eventuelt re-etableres når skader utbedres. Vanninntrengning i konstruksjonen er også vanskelig å oppdage tidlig, fordi flere av lagene i taket i utgangspunktet er vanntette og vann bruker lang tid på å bygge seg opp mellom lagene før det «renner over» på et synlig sted.

Sannsynligheten for byggskader er den andre komponenten av begrepet kvalitetsrisiko. Denne sannsynligheten er vanskelig å beregne, spesielt fordi det ikke finnes et godt datagrunnlag av skadesaker som omhandler grønne tak. I driftsfasen vil de grønne lagene beskytte taktekningen mot vær og vind, og redusere sannsynligheten for skade. Derimot gjenstår risikoen for prosessforårsakede byggskader. Denne kan antas å være omtrent lik for blågrønne tak som for andre bygningskonstruksjoner.

Med andre ord er risikoen for byggskader i blågrønne tak i stor grad kjennetegnet av at skadene har store konsekvenser, men ikke nødvendigvis store sannsynligheter for å oppstå, sammenlignet med andre bygningskonstruksjoner. Denne rapporten søker å forebygge prosessforårsakede byggskader gjennom opplysning om de viktigste beslutningene som må gjennomføres i et byggeprosjekt med blågrønne tak.

1.4 Litteratur om blågrønne tak

Dagens regelverk og anvisninger behandler ikke grønne eller blågrønne tak direkte. Byggforskserien til SINTEF gir mye informasjon som er relevant for grønne tak, men det er ikke systematisk samlet på ett sted. Denne rapporten baserer seg hovedsakelig på informasjon fra ni ulike anvisninger i Byggforskserien. Andre kilder til informasjon inkluderer:

- NS 3840 Grønne tak – Planlegging, prosjektering, utførelse, skjøtsel og drift – Ekstensive tak (Standard Norge)
- Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing – Green Roofing Guideline (tysk standard for grønne tak) (FLL)
- Grönatakhåndboken (Svensk veileder om grønne tak) (Capener mfl.)

Felles for mange veiledere om grønne tak, heriblant de tre nevnt over, er at de er skrevet av og for landskapsarkitekter, og i liten grad går i dybden på byggetekniske forhold, spesielt fra takmembranen og nedover. Likeledes har forskningslitteraturen om grønne tak en tendens til å fokusere på energisparing eller overvannshåndtering, med få praktiske råd eller betraktninger om teknisk risiko (Andenæs, Kvande, mfl.).

Noe av formålet med sjekklista presentert i denne rapporten er å samle de viktigste praktiske rådene på ett sted til referanse i byggeprosjekter. Det etterstrebes at rapporten belyser problemstillingene så konkret og konsist som mulig, for å gjøre det lettere å få en forståelse av det helhetlige bildet og finne ut hvilken videre informasjon en skal se etter. Store mengder usortert informasjon viser seg å være vanskelig å navigere i praksis, noe som kan øke risikoen for byggskader (Andenæs, Time, mfl.).

1.5 Aktører i et prosjekt med blågrønne tak

Tabell 1 viser hvilke aktører og aktiviteter som har direkte innflytelse på utforming, bygging og drift av et moderne blågrønt tak og utstyret som monteres på det. Prosjektet vil nødvendigvis inkludere personell fra mange ulike fag og med mange ulike mål og oppfatninger av risiko. Ingen enkelt aktør vil ha oversikt over alle de ulike perspektivene. Denne kompleksiteten kan i seg selv gjøre prosjektet krevende å koordinere og påvirke risikoen for byggskader.

Tabell 1: Aktører involvert i utforming, bygging og drift av et tak.

Før bygging (konsept/planlegging/ prosjektering)	Byggefase (utførelse)	Etter bygging (drift/vedlikehold)
<ul style="list-style-type: none"> • Arkitekt • Rådgiver bygningsfysikk • Rådgiver hydrologi • Rådgiver konstruksjon • Rådgiver brann • Rådgiver VVS • Rådgiver elektro/installasjon • Landskapsarkitekt • Miljø-/livssyklusanalyse • Lovmessige begrensninger/krav 	<ul style="list-style-type: none"> • Tømrer • Taktekker • Betongstøper • Rørlegger • Gartner • Elektromontør • Montør VVS • Blikkenslager • Montør av teknisk utstyr på taket (telekom, belysning, lysreklame, solceller osv.) • Montering av ikke-teknisk utstyr på taket (terrassegulv, rekkverk, skilt, adkomstdører, trapper, takvinduer, osv.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Gartner • Brukere/besøkende • Drift/vedlikeholds-personell • Snømåking • Vedlikehold VVS-utstyr • Drift av telekom • Drift av skilt, reklame • Vedlikehold solceller • Ev. værmåling

1.6 Målgruppe for sjekklista

Sjekklista er ment som et hjelpemiddel/verktøy for aktørene i en plan- og byggesak for å identifisere og tydeliggjøre aksjoner for å oppfylle regelverket og redusere kvalitetsrisiko for grønne og blågrønne tak. Sjekklista er således primært ment som et hjelpemiddel for byggherrer, prosjekterende, utbyggere og ulike kategorier rådgivere som deltar i større anskaffelses- og/eller byggeprosesser.

Andre aktører involvert i byggesaker vil kunne ha nytte av hele eller enkeltpunkt på sjekklista. Det tilstrebes at sjekklista skal være forståelig nok til at alle kan sette seg inn i den uavhengig av faglig bakgrunn, og få en viss forståelse for de viktigste momentene i byggingen av blågrønne tak. Dette gjelder også momenter utenfor ens eget ansvarsområde, for å gi en oversikt over helheten og andre aktørers ansvar og arbeidsoppgaver.

1.7 Forklaring av sentrale begreper

- **Blått tak:** Tak som brukes til å lagre overvann
- **Blågrønt tak:** Tak med planter som brukes til å lagre overvann
- **Blågrått tak:** Blågrønt tak der plantene er byttet ut med et annet dekke for å tåle mer trafikk. Slike dekker kan f.eks. være belegningsstein, trerammer, eller permeabelt asfaltdekke.
- **Byggskade:** Skade eller feil på en bygningsdel som forringer kvaliteten på bygningsdelen
- **FDV:** Forvaltning, drift og vedlikehold.
- **Grønt tak:** Tak der det vokser planter.
 - **Ekstensivt grønt tak:** Grønt tak med liten tykkelse (<100 mm)
 - **Semiintensivt grønt tak:** Plen på taket.
 - **Intensivt grønt tak:** Park på taket, tykkelse >250 mm.
- **Gjennomføring:** Her: bygningsdel som føres gjennom taket. Ofte brukt om rør, ledninger, festebraketter eller lignende.
- **Hydrologi:** Læren om vann, herunder overvann. Ofte brukes bare begrepet «VA», vann- og avløpsteknikk.
- **Klimatilpasning:** Å bygge så bygget tåler påkjenninger fra vær nå og i fremtiden.
- **Kompakt tak:** (Vanligvis) flatt tak som består av lag som ligger rett oppå hverandre, uten luftespalter imellom.
- **Konvensjonelt tak:** Tak som ikke brukes til noe spesifikt formål, annet enn å være et tak.
- **Kvalitetsrisiko:** Konsekvensene av byggskader og sannsynligheten for at de oppstår.
- **Overvann:** Regnvann som flyter på overflaten av et tak eller på bakken. Kan føre til flom.
- **Risiko:** En kombinasjon av effektene av hendelser, og sannsynligheten for at de oppstår.
- **Takmembran/taktekning:** Det vanntette laget som holder taket tett.
- **Usikkerhet:** Et begrep om det ukjente som dekker både ønskede hendelser (muligheter) og uønskede hendelser (risiko).

2 Sjekklistas oppbygning og elementer

2.1 Generelt

Sjekklista består av kulepunkter sortert i kategorier etter to kriterier. Det ene er hvilken fase av byggeprosessen punktet er relevant for. Det andre er en inndeling etter tema. Det er bevisst valgt å dele inn etter tema og ikke etter fag eller aktør for å unngå at brukere av sjekklista overfokuserer på sitt eget ansvar og unngår å lese resten. Dette for at alle aktørene skal være bevisste helhetene og at fagene innvirker på hverandre. En skjematisk fremstilling av sjekklista er vist i Figur 2.

Kategorier	Prosjekt fase	Konsept	Forprosjekt	Prosjektering	Bygging	Bruk
Blågrønn funksjonalitet		• Bestemme ... • Osv. • ...	• Bestemme ... • Osv. • ...	• Velge ...	• Planlegge ...	• Etablere ...
Organisering		• Vurdere ...	• Involvere ...	• Kontrollere ...	• Koordinere ...	• Utarbeide ...
Materialers integritet		• Vurdere ...	• Velge ...	• Velge ...	• Prøve ...	• Vurdere ...
Fuksikkert design		• Vurdere ...	• Identifisere ...	• Gjennomgå ...	• Kontrollere ...	• Inspisere ...
Drenering og sluk		• Estimere ...	• Bestemme ...	• Utarbeide ...	• Kontrollere ...	• Inspisere ...
Laster og vind		• Estimere ...	• Identifisere ...	• Spesifisere ...	• Vurdere ...	• Begrense ...
Brannsikkerhet		• Kartlegge ...	• Planlegge ...	• Definere ...	• Vurdere ...	• Fjerne ...
Vedlikehold		• Vurdere ...	• Bestemme ...	• Utarbeide ...	• Sikre ...	• Følge opp ...
Miljø		• Definere ...	• Sette krav ...	• Vurdere ...	• Håndtere ...	• Unngå ...

Figur 2: Skjematisk, konseptuell fremstilling av sjekklista

2.2 Faser i et byggeprosjekt

Tabell 2 viser de ulike fasene i et typisk byggeprosjekt og de viktigste målene i hver fase.

Tabell 2: Faser i prosjektet, basert på fasemodellen "neste steg" (Tiltnes).

Fase	Konsept	Forprosjekt	Prosjektering	Bygging	Drift
Mål	<ul style="list-style-type: none"> • Utarbeide mål for prosjektet • Få oversikt over hovedpremissene for prosjektet 	<ul style="list-style-type: none"> • Legge hovedføringer/-premisser for prosjekteringen 	<ul style="list-style-type: none"> • Detaljprosjektering • Fasilitere byggefasen • Fasilitere bruk 	<ul style="list-style-type: none"> • Bygge taket ihht. prosjektert løsning • Sikre materialenes integritet • Utarbeide premisser for bruk 	<ul style="list-style-type: none"> • Utarbeide og innarbeide gode rukerrutiner/ "bruksanvisning" • Sørg for å opprettholde takets funksjon gjennom vedlikehold

3 Kategoriene i sjekklista

3.1 Hydrologisk funksjon

Denne kategorien handler om å sikre og opprettholde takets funksjon for å lagre vann. Blågrønne tak er primært et tiltak for overvannshåndtering, derfor er det viktig at taket utformes og bygges så det kan utføre denne oppgaven. Momentene i denne delen av sjekklista fokuserer på å sikre at de hydrologiske momentene ivaretas og at relevante spesifikasjoner blir definert tidlig, så de kan formidles til andre aktører i prosjektet.

Hovedmål:

- Opprettholde takets funksjon som et blågrønt, fordrøyende tiltak

Tabell 3: Viktige punkter hydrologi

Fase	Utvalgte momenter
Konsept	Definere strategisk mål for taket
Forprosjekt	Konsept for overvannshåndtering Bestemme konsept for vannlagring
Prosjektering	Velge løsninger ut fra prosjektets krav og forutsetninger
Bygging	Vurdere å teste takets kapasitet og funksjon med overrislingsanlegg
Bruk	Periodisk måling av kapasitet/dreneringsevne

Ressurser/litteratur:

- Byggforskserien 514.114 Løsning for lokal håndtering av overvann i bebygde områder
- Byggforskserien 311.015 Vann i by – håndtering av overvann i bebygde områder
- Raspati, G, Bruaset, S, Sivertsen, E, Møller-Pedersen, P & Røstum, J: Datastruktur for dokumentasjon av naturbaserte løsninger - et verktøy. Klima 2050 Report 19. Trondheim 2020 ISBN: 978-82-536-1648-3

3.2 Plantetrivsel

Det ytterste og mest synlige laget i blågrønne tak er selve plantene. Denne kategorien handler om å legge til rette for at de levende vekstene på taket kan trives og overleve over lengre tid, uten stadig behov for utskiftning av planter. Dette omfatter både å velge de riktige plantene for miljøet, og å lage et miljø som plantene trives i.

Hovedmål:

- Sørge for at planter overlever og trives i miljøet på taket
- Unngå å forstyrre biologisk mangfold i området, f.eks. ved bruk av svartelistede planter
- Unngå at ugress får etablere seg på taket.

Viktige punkter, se tabell 4.

Tabell 4: Viktige punkter planter

Fase	Utvalgte momenter
Konsept	Definere bruksformål for taket
Forprosjekt	Vurdere hvilke planter som egner seg til den tiltenkte bruken – se også svartelisten
Prosjektering	Velge planter og substrat
Bygging	Umiddelbar montering av vegetasjonslag når det leveres
Bruk	Luking og annet vedlikehold Utskiftning av døde planter

Ressurser/litteratur:

- FLL, 2008. Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofing: Green roofing guideline. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau.
- NS 3840:2015 Grønne tak. Planlegging, prosjektering, utførelse, skjøtsel og drift. Ekstensiv tak. Standard Norge

3.3 Organisasjon

God organisering er avgjørende for å koordinere de mange forskjellige fagene som spiller inn ved utforming og utførelse av taket. Blågrønne tak er tverrfaglige prosjekter der alle aktører må forholde seg til behov utenfor eget fagfelt. Dette gjør det svært viktig å sørge for at de ulike fagene får formidlet den informasjonen som trengs for å utforme og utføre taket riktig. Det er også mange grensesnitt der ansvarsforhold kan være uklare, dette er viktig å undersøke og avgjøre på forhånd.

Hovedmål:

- Sørge for at riktig informasjon når riktig beslutningstaker til riktig tid
- Avklare ansvarsforhold
- Kontrollere og verifisere avgjørelser

Viktige punkter, se tabell 5.

Tabell 5: Viktige punkter organisasjon

Fase	Utvalgte momenter
Konsept	Valg av kontraktstrategi Avklare bruk av taket Vurdere alternative løsninger
Forprosjekt	Etablere god kommunikasjon mellom fag Utarbeide grensesnittmatrise Oppnevne takansvarlig
Prosjektering	Tredjepartskontroll
Bygging	Koordinere fag på byggeplassen Takansvarlig på byggeplass Informasjon til alle som jobber på taket
Bruk	Utarbeide og følge FDV-planer

Ressurser/litteratur:

- Standard Norge, 2020. NS 3514:2020 Fuktsikker bygging: planlegging og gjennomføring.
- Sivertsen, E, Elvebakk, K, Kvande, T & Time B: Klimatilpasset bygning. Anvisning for anskaffelse i plan- og byggeprosessen. Klima 2050 Report 12. Trondheim 2019. ISBN 978-82-536-1610-0
- Elvebakk, K, Time, B, Skjeldrum, P.M & Kvande, T: Ombygging til blågrønne og blågrå tak. Problemstillinger og sjekklister. Klima 2050 Report 10. Trondheim, 2018. ISBN 978-82-536-1583-7

3.4 Materialers integritet

Byggskader kan grovt deles inn i to typer: skader som oppstår på grunn av svikt i materialer – «ting som går i stykker» – og skader som oppstår som følge av feil i utformingen. Denne kategorien omfatter den første typen. Det handler om å utforme, bygge og bruke taket så materialer ikke slites utover sine tålegrenser, hverken i byggefasen eller i bruksfasen. Materialskader vil oppstå først i disse to fasene, men kan forebygges gjennom planlegging og utforming. Det er også viktig å utføre kontroll av materialers integritet før de «bygges inn» i konstruksjonen. Dette gjelder i særdeleshet taktekning/takmembran, som er takets tettesjikt mot fuktpåkjenning utenfra. Skader på taktekningen kan føre til fuktskader som er svært vanskelig å oppdage før de vokser seg store.

Hovedmål:

- Hindre at materialer slites i stykker
- «Bygge tingene riktig»

Viktige punkter, se tabell 6.

Tabell 6: Viktige punkter materialer

Fase	Utvalgte momenter
Konsept	Vurdere grad av trafikk på taket Estimere takets vekt og tykkelse
Forprosjekt	Valg av takoppbygning (omvendt eller rettvendt) Utarbeide krav til tetthetsprøving
Prosjektering	Valg av materialer (passe på at de ikke reagerer kjemisk med hverandre) Vurdere fuktsensorer
Bygging	Vurdere midlertidig beskyttelse av tekking Tetthetsprøving Inspeksjon før montering av vegetasjonslag
Bruk	Ekstra inspeksjoner ved endring i bruk/laster

Ressurser/litteratur:

- Byggforskserien 725.118 Skader i kompakte tak. Årsaker og utbedring
- Byggforskserien 544.204 Tekking med asfalttakbelegg eller takfolie. Detaljløsninger
- Byggforskserien 525.304 Terrasse på etasjeskiller av betong for lett eller moderat trafikk

3.5 Fuktsikkert design

Denne kategorien omfatter den andre typen byggskafer, der årsaken ikke er at materialer har blitt ødelagte, men at utformingen er feil. Dette kan skyldes svikt i prosjektering eller svikt på byggeplass. Typiske eksempler er vann som renner over utilstrekkelige oppbretter, eller kondens som oppstår ved kuldebroer. I hovedsak handler denne kategorien om bygningsfysisk prosjektering og oppfølging av de bygde løsningene.

Hovedmål:

- Hindre fuktskader som *ikke* er knyttet til materialsvikt
- «Bygge de riktige tingene»

Viktige punkter, se tabell 7.

Tabell 7: Viktige punkter fukt

Fase	Utvalgte momenter
Konsept	Vurdere takets kompleksitet Identifisere utstyr på taket
Forprosjekt	Identifisere gjennomganger og utfordrende detaljer
Prosjektering	Gjennomgang / kontroll av detaljer
Bygging	Kontroll av skjøter, overganger og oppbretter
Bruk	Inspeksjon av oppbretter og gjennomføringer (hvis mulig)

Ressurser/litteratur:

- Byggforskserien 525.207 Kompakte tak
- Elvebakk, K, Time, B, Skjeldrum, P.M & Kvande, T: Ombygging til blågrønne og blågrå tak. Problemstillinger og sjekklister. Klima 2050 Report 10. Trondheim, 2018. ISBN 978-82-536-1583-7
- Byggforskserien 474.511 Fuktsikkerhet. Viktige kontrollpunkter ved prosjektering og utførelse.

3.6 Drenering og sluk

Denne kategorien handler om å lede vann av taket, når det blågrønne taket tømmes eller har blitt mettet for vann. Takets hydrologiske funksjon er avhengig av at sjiktene for vannlagring kan tømmes mellom regnhendelser, og det er nødvendig å unngå stående vann på taket fra et bygningsfysisk perspektiv. Derfor må taket bygges med korrekt og tilstrekkelig mulighet for drenering. Merk at spørsmålet om drenering ofte er et såkalt grensesnitt, der det ikke er intuitivt hvilken aktør som har hovedansvaret – dette bør avklares i prosjektet før detaljprosjektering og byggefase begynner.

Hovedmål:

- Ledet vann trygt av taket uten fare for frostskafer

Viktige punkter, se tabell 8.

Tabell 8: Viktige punkter drenering og sluk

Fase	Utvalgte momenter
Konsept	Estimere behov for vannlagringskapasitet på taket
Forprosjekt	Bestemme dreneringsveier Vurdere problemer med frost
Prosjektering	Utarbeide fallplan Utforme sluk for enkel inspeksjon
Bygging	Kontroll av fall Kontrollere dreneringsveier og deformasjoner
Bruk	Periodisk inspisere drenering og sluk, spesielt når ekstremvær er varslet

Ressurser/litteratur:

- Byggforskserien 544.204 Tekking med asfalttakbelegg eller takfolie. Detaljløsninger.

3.7 Laster og vind

Blågrønne tak medfører litt andre lastsituasjoner enn konvensjonelle tak. Vekten av de blågrønne lagene medfører en statisk last, og vekten av vannet i taket vil variere over tid. Busker og trær kan også medføre store statiske punktlaster. Alle disse lastene vil påvirke dimensjoneringen av byggets bæresystem, noe som bør være avklart tidlig i prosjektet – spesielt dersom åpningen mellom søylene bestemmes ut fra minstebredden til parkeringsplasser og det er små marginer for søylenes tykkelse. Vekten av taket vil også kunne deformere isolasjon og endre fallforhold.

Blågrønne tak vil også være påvirket av vindlaster, der de blågrønne lagene i verste fall kan blåse av. Forankring av takene bør vurderes ut fra vindforholdene på stedet.

Hovedmål:

- Riktig dimensjonering ut fra aktuelle laster

Viktige punkter, se tabell 9.

Tabell 9: Viktige punkter laster

Fase	Utvalgte momenter
Konsept	Estimere takets vekt Vurdere vindproblemer
Forprosjekt	Identifisere og estimere alle laster på taket Sørge for at prosjekterende har den nødvendige informasjonen
Prosjektering	Vise til beregningsverktøy for laster Sørge for tilstrekkelig motstand mot vindsug (sedumtak er for lett!)
Bygging	Vindbeskyttelse i byggeperioden
Bruk	Begrense vekst av busker og trær Kontrollere deformasjon

Ressurser/litteratur:

- Elvebakk, K, Time, B, Skjeldrum, P.M & Kvande, T: Ombygging til blågrønne og blågrå tak. Problemstillinger og sjekklister. Klima 2050 Report 10. Trondheim, 2018. ISBN 978-82-536-1583-7

3.8 Brann

Denne kategorien omfatter tiltak for brannsikkerhet. Viktige mål er å begrense brannspredning og å legge til rette for evakuering i bygge- og bruksfasen. Sedumtak vurderes å bestå kravene i standard prøvemetode $b_{\text{roof}} t_2$ (FLL) og er dermed motstandsdyktige mot brannspredning vertikalt. Det er ikke forsket mye på brannspredning horisontalt langs taket.

Hovedmål:

- Hindre brannspredning
- Tilrettelegge for sikker evakuering

Viktige punkter, se tabell 10.

Tabell 10: Viktige punkter brann

Fase	Utvalgte momenter
Konsept	Kartlegge behov og krav om brannsikkerhetstiltak
Forprosjekt	Utarbeide plan for evakuering
Prosjektering	Definere tiltak mot brannspredning
Bygging	
Bruk	Fjerne døde planter, tørt løv, kvister osv.

3.9 Vedlikehold

Taket vil tilbringe størstedelen av sin levetid i bruksfasen. Godt vedlikehold er nødvendig for å opprettholde takets funksjon over lengre tid. Derfor må taket også tilrettelegges for vedlikehold, for eksempel ved å sikre adkomst for personell og utstyr. Gode planer for forvaltning, drift og vedlikehold er også nødvendig for å sikre at riktige tiltak blir gjort med riktige intervaller.

Hovedmål:

- Tilrettelegge for godt vedlikehold for å opprettholde takets funksjon over hele dets levetid.

Viktige punkter, se tabell 11.

Tabell 11: Viktige punkter vedlikehold

Fase	Utvalgte momenter
Konsept	Estimere behov for vedlikehold og budsjettere deretter (eller motsatt)
Forprosjekt	Adkomst for vedlikehold Spesifikasjoner for vedlikehold i anbudsdokumenter
Prosjektering	Utarbeide detaljerte FDV-planer
Bygging	Sikre god dokumentasjon av bygget løsning (spesielt ved endringer/avvik)
Bruk	Periodiske inspeksjoner

Ressurser/litteratur:

- Byggforskserien 744.201 Tak tekket med takfolie eller asfalttakbelegg. Vedlikehold, utbedring og omtekkning

3.10 Miljø

Denne kategorien handler ikke om risiko i samme forstand som de andre, men om miljøpåvirkningen fra taket og måter å redusere den på. Aktuelle målsetninger kan være å redusere avfallsmengder, materialenes miljøavtrykk, og utlekking fra taket.

Hovedmål:

- Minimere miljøpåvirkning og –skader fra prosjektet

Viktige punkter, se tabell 12.

Tabell 12: Viktige punkter miljø

Fase	Utvalgte momenter
Konsept	Definere miljøambisjoner
Forprosjekt	Vurdere prosjektets påvirkning/ambisjoner for biologisk mangfold Sette krav til produkter, emballasje, innkjøp
Prosjektering	Etterstrebe EPD på alle materialer (inkludert jordblanding) Sjekke svartelisten (også for jordblanding)
Bygging	Håndtering av avfall på byggeplass
Bruk	Unngå bruk av tinesalter Kontrollere utlekking fra taket

4 Sjekklista i sin helhet

Kategori	Konsept	Forprosjekt	Prosjektering	Bygging	Bruk
Hydrologisk funksjonalitet	Bestemme hvorvidt det bør bygges et blågrønt tak Definere strategisk mål for taket (estetikk / overvannshåndtering / «miljøscore»?) Avgjøre hvorvidt takvann skal gjenbrukes	Bestemme hvordan tak skal håndtere overvann (fordrøyning/ fordampning) Velge konsept for vannlagring Evaluere vedlikeholdsmuligheter for løsningen (f.eks. tilgang til taket)	Velge løsninger ut fra krav og formål for prosjektet. Koordinere vekt av løsning og vann med RIB.	Vurdere prøving av kapasitet og funksjonalitet, f.eks. med bruk av overrislingsanlegg.	Endringer på taket må kontrolleres mot forutsatt funksjon.
Plantetrivsel	Bestemme formål og bruksområde for taket – hva skal plantene brukes til?	Vurdere sol- og vindforhold på taket – hva må plantene tåle?	Velge ut planter og substrat utfra forhold på taket (solceller / trafikk / ventilasjon / kjøling / vind – hva passer sammen?)	Planlegge leveranse og montering av plantene Umiddelbar montering av taket når det leveres	Luking og annet vedlikehold Etablere mulighet for ettersyn fra leverandør, utskiftning av døde planter

Kategori	Konsept	Forprosjekt	Prosjektering	Bygging	Bruk
Organisasjon	Vurdere initiativ for taket (eget initiativ/pålagt utenfra) og hvordan dette påvirker videre valg	Involvere relevante fag i bestemmelse av konsepter og tidlige valg	Utføre tredjepartskontroll / utvidet uavhengig kontroll av prosjektering	Utvidet uavhengig kontroll for taket	Utarbeide og følge FDV-planer
	Vurdere alternative løsninger – kan overvann løses på annen måte, eller er blågrønne tak påkrevd?	Etablere god kommunikasjon mellom fag	Avklare hvordan materialvalg påvirkes dersom blågrønt tak fjernes fra prosjektet, f.eks. takmembran	Planlegge levering og montering	Samle erfaringer fra prosjektet
	Vurdere blågrått tak dersom blågrønt ikke fungerer	Avklare grensesnitt mellom fag (utarbeide grensesnittmatrise)		Koordinere alle fag på byggeplassen	
	Vurder søknadsplikt (ved ombygging)	Oppnevne takansvarlig for prosjektet		Klargjøre taket for montering	
	Valg av kontraktstrategi	(Ved ombygging) vil det være drift i bygget under byggefasen?		Oppnevne ansvarlige for taket (på byggeplass) og for at taket er klart for montering	
	Avklare bruk av taket	Vurdere krav om å analysere livsløpskostnader ved valgt løsning og materialer (LCC)		Tydeliggjøre for alle på byggeplassen at taket må ivaretas	

Kategori	Konsept	Forprosjekt	Prosjektering	Bygging	Bruk
Materialers integritet	Vurdere grad av trafikk på taket	Valg av takoppbygging (rettvendt/omvendt tak)	Valg av taktekning, isolasjon og rotbeskyttelse utfra forventet belastning (tråkk / gangbaner / trafikksoner)	Tetthetsprøving	Vurdere hvordan taket påvirkes av bruk og trafikk
	Estimere vekt og tykkelse av taket	Byggherre: stille krav om tetthetsprøving	Utforme festepunkter og fundament for teknisk utstyr så tekningen ikke strekkes Vurdere installasjon av fuktsensorer for å oppdage (potensielle, fremtidige) lekkasjer i taket Vurdere nødvendig fasthet/kvalitet for isolasjon (tråkk/gangbaner / trafikksoner) Velge materialer som ikke reagerer kjemisk med hverandre	Beskytte taktekningen fra trafikk og laster Mange fag på taket – avklare ansvar Vurdere midlertidig beskyttelse av taktekning/isolasjon i byggeperioden Klargjøring og inspeksjon av taket før blågrønne lag monteres	Ekstra inspeksjoner ved endring i bruk/laster

Kategori	Konsept	Forprosjekt	Prosjektering	Bygging	Bruk
Fuktsikkert design	Vurdere takets kompleksitet (geometri, antall takflater, gjennomføringer, installasjoner)	Identifisere alle installasjoner som gjennomtrenger taktekningen	Gjennomgang av detaljer (skjøter, overlapp, oppbretter og gjennomføringer)	Kontroll av taktekningens skjøter, overganger og oppbretter	Periodisk inspeksjon av oppbretter og gjennomføringer (så langt det er mulig)
	Identifisere nødvendig utstyr på taket	Identifisere alle installasjoner i parapet og tilstøtende vegger (inkludert dører)	Gjennomgang av detaljer ikke dekket av Byggforskserien		Termografering for å kartlegge kondensrisiko/ lekkasjer
		Identifisere hvor det er behov for beslag	Gjennomgang av beslagdetaljer		
		Vurdere tak over tak i byggeprosess	Gjennomgang av kuldebroer		
Drenering og avløp	Estimere nødvendig vannlagringskapasitet på taket	Bestemme dreneringsveier og flomveier ("hvor renner vannet?")	Utarbeide fallplan	Kontroll fall	Periodisk undersøke drenering
		Spesifisere antall sluk og nødoverløp	Beskytte mot deformasjoner (utstyr på taket, trafikk, snø)	Kontrollere dreneringsveier og deformasjoner	Periodisk inspisere at slukene er åpne (spesielt når ekstremvær er varslet)
		Innvendig/utvendig nedløp (evt. kombinasjon)	Utforme drenslaget for å sikre tilstrekkelig drenering	Kontrollere mansjetter og tetthet rundt rør	
		Vurdere utfordringer med frost ved valgt løsning	Bestemme plassering av sluk og nødoverløp (inkl. høyde)		
		Vurdere plassbehov for sluk/nedløpsrør/renner	Utforme sluk for enkel inspeksjon		
			Rister/sil/sandfang i sluk		

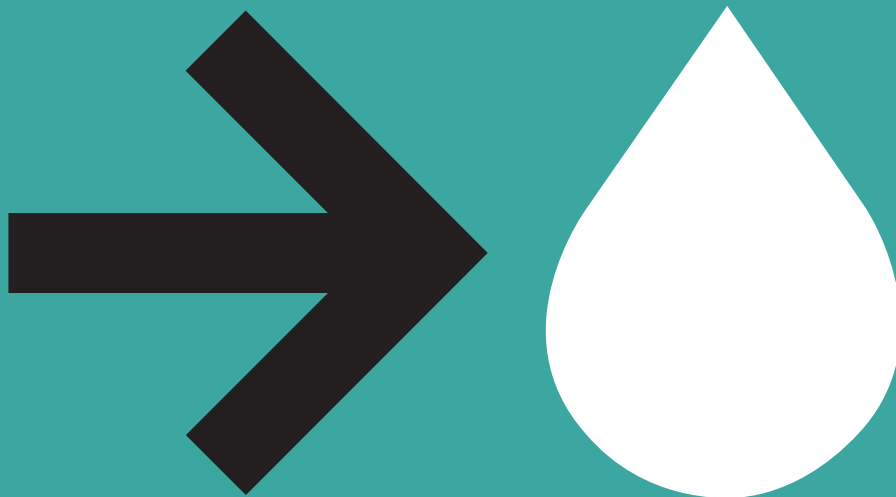
Kategori	Konsept	Forprosjekt	Prosjektering	Bygging	Bruk
Laster og vind	<p>Estimere takets vekt</p> <p>Estimere vekt av trafikk på taket (inkl. utstyr til vedlikehold)</p> <p>(ved ombygging) Vurdere takets kapasitet (ihht. Nyeste standard)</p> <p>Vurdere vindproblemer utfra takets plassering/utforming</p> <p>Estimere vekt av utstyr som skal brukes på taket</p>	<p>Identifisere og estimere alle laster på taket</p> <p>Sørge for at vekten tas med i beregninger fra tidlig i prosjektering</p>	<p>Takets vekt: anta mettet tak (og kanskje mangel på drenering?) ved laster, men tørt tak ved beregning av vindsug</p> <p>Spesifisere materialkrav</p> <p>Vurdere ballast-effekten av blågrønne lag og motstand mot vindsug</p>	<p>Unngå at materialer lagres på taket under byggeperioden</p> <p>Vurdere effekter av vind i byggeperioden</p>	<p>Begrense vekst av busker og trær</p> <p>Se etter vanddammer grunnet tette sluk</p> <p>Se etter vanddammer grunnet deformasjon</p> <p>Vurdere hvordan uttørring/ oppbløting av taket gjør det utsatt for vind</p>
Brann	<p>Brannkrav utfra byggets utforming og plassering</p> <p>Kartlegge behov og krav om brannsikkerhet</p>	<p>Plan for evakuering (dersom taket er åpent for publikum)</p>	<p>Definere tiltak mot brannspredning på taket</p> <p>Vurdering av det blågrønne taket mot lokale brannkrav</p>		<p>Periodisk fjerning av døde planter, blader, o.l.</p>

Kategori	Konsept	Forprosjekt	Prosjektering	Bygging	Bruk
Vedlikehold	Vurdere behov for vedlikehold av valgt konsept for taket	Bestemme adkomst for vedlikehold	Utarbeide detaljerte FDV-planer	Sikre god dokumentasjon av taket (spesielt endringer i planene/avvik)	Følge og revidere FDV-planer
	Vurdere kostnader og budsjettering av vedlikehold	Spesifikasjoner for vedlikehold i anbudsdokumenter	Rotbeskyttelse – velge utfra vedlikeholds nivå	Verifisere at krav til materialer er oppfylt	Periodiske inspeksjoner av taket
Miljø	Definere miljøambisjoner	Biologisk mangfold Sette krav til produkter, emballasje, innkjøp	Etterspørre EPD på alle materialer (inkl. jordblanding) Vurdere utlekking fra materialer	Håndtering av avfall på byggeplass (emballasje, mulig avfall i vegetasjonen)	Unngå bruk av tinesalter Vurdere bruk av gjødsel i vedlikehold

5 Referanser

- Andenæs, Erlend, Tore Kvande, mfl. «Performance of Blue-Green Roofs in cold climates: A scoping Review». *Buildings*, bd. 8, nr. 4, 2018, s. 55. *Google Scholar*, <http://dx.doi.org/10.3390/buildings8040055>.
- Andenæs, Erlend, Atle Engebø, mfl. «Perspectives on Quality Risk in the Building Process of Blue-Green Roofs in Norway». *Buildings*, bd. 10, nr. 10, 10, oktober 2020, s. 189. www.mdpi.com, <https://doi.org/10.3390/buildings10100189>.
- Andenæs, Erlend. *Risk assessment of blue-green roofs*. Norwegian University of Science and Technology, 2021.
- Andenæs, Erlend, Berit Time, mfl. «Surpassing the Limits to Human Cognition? On the Level of Detail in the Norwegian Building Design Guides». *Journal of Civil Engineering and Architecture*, bd. 15, nr. 2, 2, februar 2021. *DOI.org (Crossref)*, <https://doi.org/10.17265/1934-7359/2021.02.006>.
- Capener, Carl-Magnus, mfl. *Grönatakhåndboken - Kvalitetssäkrade systemlösningar för gröna anläggningar/tak på betongbjälklag med nolltolerans mot läckage*. Svensk Byggtjänst, 2018.
- FLL. *Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofing: Green roofing guideline*. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau, 2008.
- Ingvaldsen, Thorbjørn. *Byggskadeomfanget i Norge - Utbedringskostnader i norsk bygge-/eiendomsbransje - og erfaringer fra andre land*. 163–1994, Norges byggforskningsinstitutt, 5. oktober 1994, https://www.sintefbok.no/book/index/345/byggskadeomfanget_i_norge.
- . *Byggskadeomfanget i Norge (2006)*. 17–2008, SINTEF Building and Infrastructure, 15. mai 2008, https://www.sintefbok.no/book/index/85/byggskadeomfanget_i_norge.
- . *Skader på bygg - grunnlag for systematisk måling*. 308, Norges byggforskningsinstitutt, 2001, <https://www.sintef.no/globalassets/upload/byggforsk/publikasjoner/prosjektrapport308.pdf>.
- KDD. *Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning - Lovdata*. FOR-2018-09-28-1469, 28. september 2018, <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2018-09-28-1469>.
- Kvande, Tore, og Kim Robert Lisø. *Byggskader - Oversikt. Byggforskserien 700.110*. SINTEF Community, september 2010.

- Sivertsen, Edvard, mfl. *Klimatilpasset bygning - anvisning for anskaffelse i plan- og byggeprosessen*. 12–2019, SINTEF Building and Infrastructure, 2019.
- Skjeldrum, Petter Martin, og Tore Kvande. «Moisture-resilient upgrading to blue-green roofs». *Energy Procedia*, bd. 132, 2017, s. 417–22.
- Standard Norge. *NS 3840:2015 Green roofs. Planning, design, execution, maintenance and operation. Extensive roofs*. Standard Norge, 2015,
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=790391>.
- Tiltnes, Sverre. *Veileder for fasenormen «Neste Steg» - et felles rammeverk for norske byggeprosesser*. Bygg21, november 2015,
<https://www.bygg21.no/contentassets/ac0c77e4ec904c7a955525528b474b6c/veileder-for-fasenormen-neste-steg.pdf>.



CONSORTIUM

Private sector

SKANSKA

MESTERHUS

Multiconsult

Finans Norge

SKJÆVELAND
GRUPPEN

NORGESHUS

Leca

isola

Public sector



Statens vegvesen



Noregs
vassdrags- og
energidirektorat

AVINOR



Jernbane-
direktoratet



STATSBYGG



TRONDHEIM KOMMUNE

Research & education

SINTEF

BI

NTNU

Meteorologisk
institutt

NGI