

## NOTAT

<b>Oppdragsnavn:</b>	Vindåsen - betongundersøkelser		
<b>Oppdragsgiver:</b>	Norges Bank		
<b>Kontaktperson:</b>	Ellen Ingeborg Bodsberg		
<b>Emne:</b>	Betongundersøkelser i dekke ved inngangsparti		
<b>Dokumentkode:</b>	2001345-BFV-002-20212601		
<b>Ansvarlig enhet:</b>	AROK	<b>Utført av:</b>	IMS
<b>Tilgjengelighet:</b>	Åpen	<b>Dato:</b>	26.01.2021

### SAMMENDRAG:

[Revisjon 1](#) inneholder endringer i [3.1 Betongdekke om levetid på alternativ 1 og 2](#), og krav iht. [TEK 17](#).

Det foregår vedlikehold i kjelleren på Vindåsen, Strandgårdsvei 10/12, gnr. 9, bnr 52. I den forbindelse er WSP engasjert til å bl.a. utføre en vurdering av tilstand og skader på et betongdekke ved inngangspartiet. Under befaringen 25/11-20 utført av Ida Malene Sommerstad og Morten Holum fra WSP Norge, ble det foretatt en visuell kontroll av skader i dekket. Det ble tatt ut karbonatiseringsprøver fra tre prøvelokasjoner, P1, P2 og P3, og kloridprøver ved to prøvelokasjoner. Prøver viser at all armering i underkant av dekket trolig ligger i karbonisert betong. Dekkeforkanten har lavere karbonatiseringsdybde, og det er observert et armeringsjern med svært liten overdekning ved dryppnesen som er utsatt for korrosjon. Det ble funnet store delaminerte områder på den synlige dekkeforkanten mot sør. Prøver viser at betongen inneholder neglisjerbare mengder klorider. WSP anser 2 rehabiliteringsstrategier som aktuelle. Strategiene anses som omtrent like kostbare og har levetid på over 30 år, men alternativ 1 anses som en mer forutsigbar strategi sett fra et kostnads- og levetidsperspektiv. Alternativ 1: Utskiftning av dekket ved å rive eksisterende og støpe nytt. Pga bygningens fredningsvedtak, må en utskiftning klareres med vernemyndigheter. Alternativ 2: Elektrokjemisk realkalisering av dekket, samt en nødvendig begrenset mekanisk reparasjon av steinreir, delaminerte områder og avskallet betong.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
0.1	01.02.2021	Revidert levetidsberegninger	IMS	LR	MH
0.0	26.01.2021	Notat – Betongundersøkelser i dekke ved inngangsparti	IMS	LR	MH

## 1. INNLEDNING

Det foregår vedlikehold i kjelleren på Vindåsen, Strandgårdsvei 10/12, gnr. 9, bnr 52. I den forbindelse er WSP engasjert til å bl.a. utføre en vurdering av tilstand og skader på et betongdekke ved inngangspartiet.

### 1.1. OM BYGGET

Skipperhuset Vindåsen (Nordre Sundane, Slippen) hovedbygning, er et stort 2-etasjes laftet tømmerhus med liggende panel, som ble oppført omkring 1800 og fredet i 1923.



**Figur 1: Oversiktsbilde av inngangspartiet til Vindåsen hovedhus, tatt fra vest, hentet fra Wikipedia.**

Betongdekket som undersøkes i dette notatet, er lokalisert ved inngangspartiet til hovedbygningen. Det er et dekke over en bod, ved et forhøyet inngangsparti, se figur 1. Konstruksjonen er av nyere opprinnelse enn resten av bygningen, og antas å være oppført rundt 1930. Dekket består av jernbetong (betong med glatt armeringsstål), og vegger består av fuget natursteinsmur.

På oversiden av dekket, er det pålimt skiferheller fra byggeåret. Under rehabilitering av dekket, skal hellene fjernes skånsomt, lagres og festes på igjen. I tilknytning til inngangspartiet er det en støpt betongtrapp med skiferheller på oversiden.

Rundt dekket og opp langs trappen er det et rekkverk av smijern. Rekkverket er lavere enn dagens anbefalt rekkverkshøyde på 1 meter.

Hovedbygningen, bygningsnr. 163944332 ble vedtatt fredet i 1923. Omfanget av fredningen:

Fredningen omfatter bygningens eksteriør og interiør og inkluderer hovedelementer som planløsning, konstruksjon, materialbruk og overflatebehandling, og detaljer som vinduer, dører, gerikter/listverk, ildsteder og fast inventar.

Lagrede bygningsdeler, som dører, vinduer, listverk og demonterte ovner, der slike finnes, inngår i fredningen.

## 1.2. UNDERLAG

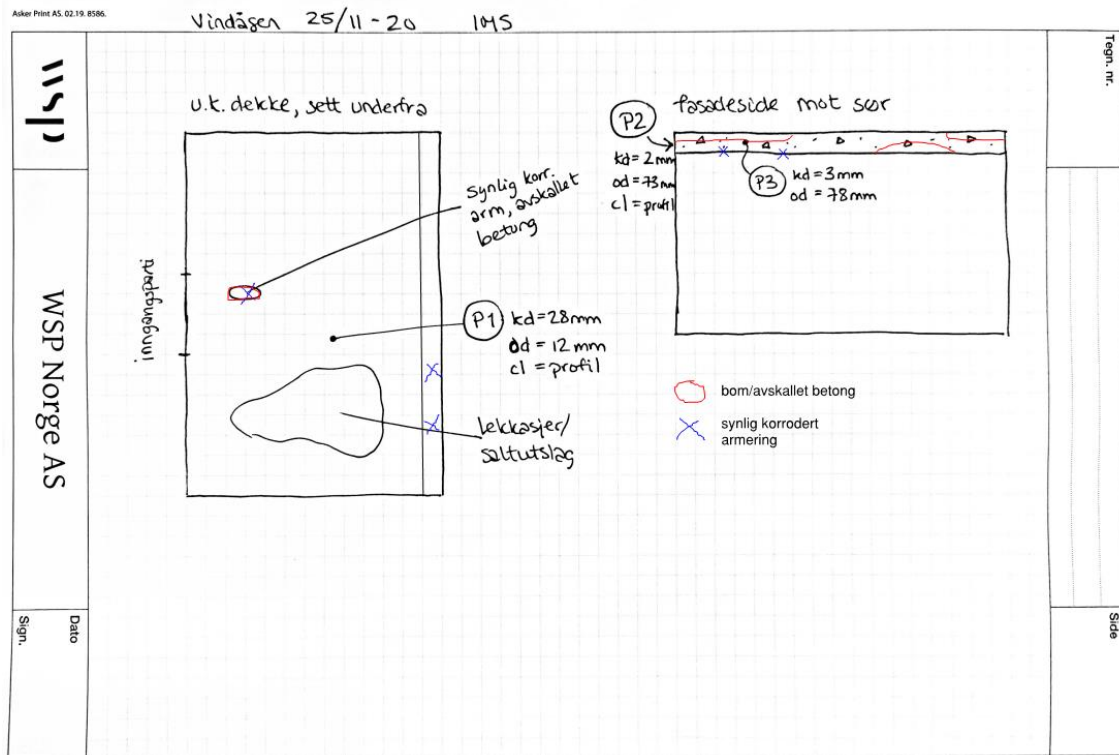
Av underlag finnes det historiske bilder fra kart.finn.no 1902 og 1938, der inngangspartiet er synlig i 1938. Det er ikke oversendt tegninger.

## 2. VURDERING AV BETONGSKADER

Under befaringen 25/11-20 utført av Ida Malene Sommerstad og Morten Holum fra WSP Norge, ble det foretatt en visuell kontroll av skader i dekket. Det ble tatt ut karbonatiseringsprøver fra tre prøvelokasjoner, P1, P2 og P3, og kloridprøver ved to prøvelokasjoner, P1 og P2. Kloridprøvene ble i P1 tatt ut i tre intervaller, 0-3 cm, 3-6 cm og 6-9 cm innover i tverrsnittet for å kontrollere inntrengningsprofilen.

Målingene for betongoverdekning utføres med Profometer PM-6 fra Proceq. Karbonatiseringen måles ved å påføre en pH-indikator, fenolftalein, på en snittflate inn i betongen. Indikatoren er fargeløs på karbonatisert betong og skarp rosa/lilla på «frisk» betong. Kloridinnholdet er bestemt ved RCT- metoden, og er analysert av Millab Consult AS.

Prøvekart er illustrert i figur 2, og prøveresultatene er fremstilt i tabell 4.



Figur 2: Skade- og prøvekart

**Tabell 1: Prøveresultater**

Prøve	Prøvested	Dybde (cm)	Klorinnhold i % av antatt sementvekt*	Karbonatiseringsdybde (mm)	Betongoverdekning (mm)
P1	Underkant av dekket	0-3	0,01	28	12
		3-6	0,00		
		6-9	0,00		
P2	Dekkekant mot vest	0-3	0,07	2	73
		3-6	0,03		
		6-9	0,07		
P3	Dekkekant mot sør	0-3	-	3	78 (synlig armering i samme område med 0 mm overdekning)

\*Det er antatt 350 kg sement per 2400 kg betong, dvs. per kubikkmeter betong.

## 2.1. BETONGDEKKE

### 2.1.1. VISUELLE OBSERVASJONER

Det ble observert enkelte områder med dårlig utstøpt betong, steinreir og avskallet betong. Det ble observert et synlig korrodert armeringsjern i underkant av dekket, og flere områder med skader langs dekkeopplegget mot bygningsfasaden. Utvendig gror det plantevekster oppover langs bodveggene og på dekkeforkanten mot vest. Dette ga redusert visuell kontroll. Dekkeforkanten mot sør var synlig under befaringen. Betongoverflaten på dekkeforkanten mot sør hadde en ru/slitt overflate som kan tyde på f.eks erosjonsskader eller frostskaider, se vedlagte bilder. Det ble observert store delaminerte områder langs dekkeforkanten, betongavskallinger og synlig armering langs dryppesen rett i underkant av dekkeforkanten.

### 2.1.2. MÅLT KARBONATISERINGSFRONT

I underkant av dekket ligger karbonatiseringsfronten dypt, 28 mm inn i tverrsnittet, P1. Utvendig på dekkeforkanten ligger karbonatiseringsfronten 2-3 mm inn i tverrsnittet i P2 og P3, som betyr at karbonatiseringen er ubetydelig i dette området. Overkant av dekket ble ikke kontrollert, men den antas å ha lav karbonatiseringsfront fordi den har vært tildekket og ved høyt fuktinnhold reduseres karbonatiseringsinntrengningen betraktelig

Karbonatiseringsfronten kan variere over et område der det er riss eller andre åpninger/skader i betongen som fører luft lenger inn i tverrsnittet. Der betongen og det relative fuktinnholdet er jevnt vil karbonatiseringsfronten også være jevn. Den generelle karbonatiseringsfronten for underkant av dekket antar vi på bakgrunn av målinger at ligger på rundt 3 cm, og på rundt 3 mm for dekkeforkanten, med noen lokale variasjoner.

### 2.1.3. MÅLT BETONGOVERDEKNING

Betongoverdekningen varierer over veggene og over små områder på hver vegg. Det er vanlig med en del variasjon i plasstøpt betong, spesielt på tiden fra byggeår fordi betongoverdekning ikke ble ansett som like viktig som det gjør i dag. Det er derfor undersøkt betongoverdekning over et større felt rundt hver prøvelokasjon, se vedlagte resultater fra målinger av betongoverdekning.

I underkant av dekket ligger den generelle betongoverdekningen/armeringsoverdekningen på 12 mm (P1). På dekkforkanten er den generelle betongoverdekningen/armeringsoverdekningen på 2 mm (P2) og 3 mm (P3). Det betyr at armering i P1 ligger i karbonatisert betong. I nærheten av P2 og P3 er det observert armeringsjern uten betongoverdekning. I områdene med delaminert betong, se skadekart figur 2, vil armeringsjernene også være utsatt for korrosjon.

#### 2.1.4. MÅLT KLORIDINNHOLD

Prøver som ble tatt ut under befaring og sendt til analyse på laboratoriet viser at det er neglisjerbart kloridinnhold i dekket. Det er et høyere innhold av klorider i prøvene tatt utvendig, enn innvendig, som betyr at det finnes en tilførsel av klorider fra omgivelsene. Dette er naturlig, da eiendommen ligger ved kysten og konstruksjonen vil oppleve sjøsprøyt under dårlig vær. Innholdet er ikke over kritisk verdi, men betongen bør beskyttes mot videre inntrengning av klorider i fremtiden.

#### 2.2. TRAPP:

Det er observert noen heller med skader og sprekker i hjørnene. Det er ikke observert skader i betongen eller tegn på korrosjon.

#### 2.3. REKKVERK:

Det er observert korrosjon på rekkverket, spesielt i sveisene og i innfestingspunkter. WSP anbefaler å overflatebehandle rekkverket på nytt. Rekkverket er i tillegg lavere enn dagens standard, og det anbefales å utføre tiltak for å sikre at det er trygt for besøkende å oppholde seg på dekket.

### 3. KONKLUSJON OG ANBEFALTE TILTAK

#### 3.1. BETONGDEKKE:

Den sentrale nedbrytningsprosessen til betongdekket er i dag karbonatisering av betong. Armering ligger i karbonatisert betong i P1. Det betyr at all armering i underkant av dekket trolig ligger i betong som ikke lenger beskytter armeringen fra å korrodere. I P2 og P3 er betongen langt mindre karbonatisert. I dekkforkanten ligger det et armeringsjern med svært liten overdekning ved dryppnesen som er utsatt for korrosjon. Ved å banke bom på den synlige dekkforkanten mot sør ble det funnet store delaminerte områder. Det er neglisjerbart kloridinnhold i betongen, men konstruksjonen bør beskyttes mot videre inntrengning av klorider i fremtiden. Det er viktig at oversiden av dekket ikke saltes for å fjerne is/snø. Konstruksjonens nedbrytningsprosess er allerede i gang, og arter seg som betongavskalling, delaminering og armeringskorrosjon. Ved å ikke utføre nødvendig rehabilitering vil prosessene fortsette og eskalere i et akselererende tempo fordi pågående nedbrytningsmekanismer åpner for andre nedbrytningsmekanismer. Å vente med rehabilitering vil derfor føre til større kostnader ved utbedring og nedfall av betong vil i ytterste konsekvens føre til skader på gjenstander og personer.

WSP anser 2 rehabiliteringsstrategier som aktuelle. Begge strategiene anses som omtrent like kostbare og har levetid på over 30 år, men alternativ 1 er en mer forutsigbar strategi sett fra et kostnads- og levetidsperspektiv. Alternativ 1 vil innebære en utskiftning av konstruksjonen. Det nye dekket vil ha en langt lengre beregnet levetid, og kostnadene vil være mer forutsigbare. Pga bygningens fredningsvedtak, må en utskiftning klareres med vernemyndigheter. Alternativ 2 sørger for at den eksisterende konstruksjonen lever videre, men vil innebære en høyere usikkerhet da det



gjelder kostnader og levetid. Eksisterende heller fjernes og lagres skånsomt, for å limes på igjen etter endt rehabilitering.

Revisjon 1: Alternativ 1 kan dimensjoneres med levetid på 100 år, mens alternativ 2 har beregnet levetid på 30 år. Alternativ 2 kan i praksis ha langt lengre levetid, men usikkerheter knyttet til langtidseffekter med metoden gjør det vanskelig å dokumentere mer enn 30 års levetid.

Alternativ 1 utløser krav om forskriftsmessig rekkverk iht. TEK 17.

Alternativ 1: Utskiftning av dekket ved å rive eksisterende dekke og støpe et nytt dekke. Det nye dekket må belegges med membran i overkant og overflatebehandles med noe som er diffusjonsåpent og karboniseringsbremsende i underkant (innvendig), f.eks transparent impregnering for å beholde opprinnelig utseende. Det nye dekket må prosjekteres etter dagens krav, men ha samme utforming, materialbruk og overflatebehandling som opprinnelig for å sikre fredningskravene. Det bør også vurderes å etablere et snøsmelteanlegg (varmekabler) i dekket.

Alternativ 2: Elektrokjemisk realkalisering av dekket, samt en nødvendig begrenset mekanisk reparasjon av steinreir, delaminerte områder og avskallet betong.

Elektrokjemisk realkalisering er en engangs prosedyre som gir eksisterende betong tilbake sitt opprinnelig alkaliske miljø, der armeringens passivfilm gjenopprettes og hindrer korrosjon. Metoden utføres ved å etablere et likestrømsfelt mellom en midlertidig anode og armeringen. Anoden som monteres på betongoverflaten påsprøytes en elektrolytt som består av cellulosemasse fuktet med en alkalisk væske av kaliumkarbonat oppløst i vann. Strømfeltet som etableres forårsaker at alkaliene transporteres inn i betongens poresystem og frem til armeringen, samtidig som eventuelle kloridioner vandrer mot anoden og ut av betongen. Strømmen som passerer mellom anoden og armeringen forårsaker elektrolyse som spalter vannet i syre og base. Det dannes derfor en høyalkalisk sone rundt armeringsstålet, hvor pH-verdien kan komme opp mot 16. Under disse høyalkaliske og kloridfattige forholdene re-passiveres armeringsstålet. Sluttresultatet er at miljøet endres fra å være korrosivt til å være korrosjonsbeskyttende. Behandlingen tar normalt 3 til 5 dager, og sjelden mer enn 12 dager.

Begrenset mekanisk reparasjon går ut på å utbedre de skadene som finnes i dag ved å pigge bort løs betong, skifte ut armering der armeringstverrsnittet er kraftig redusert (antar ca. 20% reduksjon av tverrsnittsarealet) og flikke reparasjonsmørtel/støpe ny betong med tilsvarende styrke som opprinnelig betong over.

### **3.2. TRAPP:**

Det anbefales å fjerne hellene skånsomt under rehabilitering av dekket for å få bedre oversikt over betongen, og for å etablere en membran under hellene. De opprinnelige hellene lagres skånsomt og limes på igjen etter rehabilitering.

### **3.3. REKKVERK:**

Rekkverket må sandblåses slik at det er rent for korrosjonsprodukter, godstykkelsen må kontrolleres og eventuelt sveise på ytterligere jern for å opprettholde styrke. Ny overflatebehandling påføres for å beskytte mot videre korrosjon. Det anbefales å heve rekkverket ved å skjøte på med nytt smijern over eller under det eksisterende med tilsvarende detaljer som opprinnelig.

X Malene Sommerstad

Utarbeidet av

Signert av: 15a82395-a3ed-46ab-969d-adeb0c11e87f

X Lasse Ruud

Godkjent av

Signert av: Ruud, Lasse (NOLR200565)

#### 4. FOTODOKUMENTASJON

Bildene er tatt under befaringen.



1: Oversiktsbilde tatt fra vest



2: Oversiktsbilde tatt fra sør



3: Trapp



4: Dekkeforkant mot sør



5: Fliser i overkant av dekket



6: Innfesting rekkverk

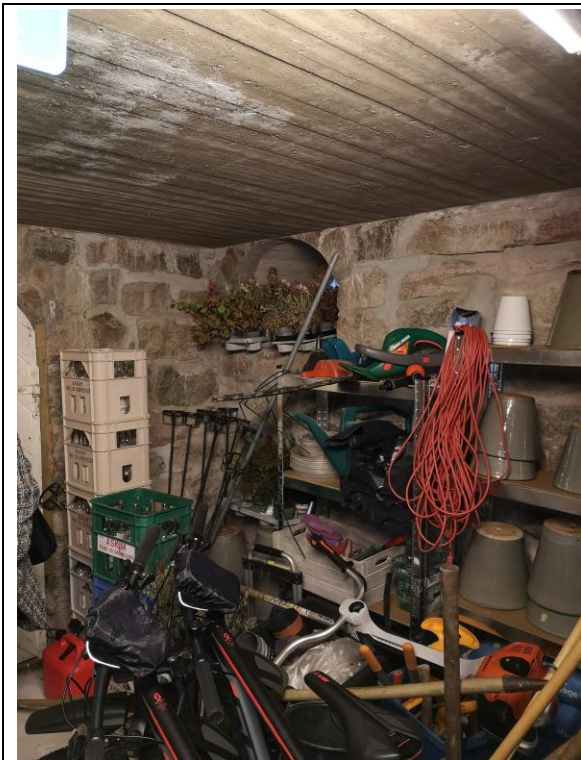


7: Underkant av dekke med dryppnese og synlig armering



8: Korrodert glattstål

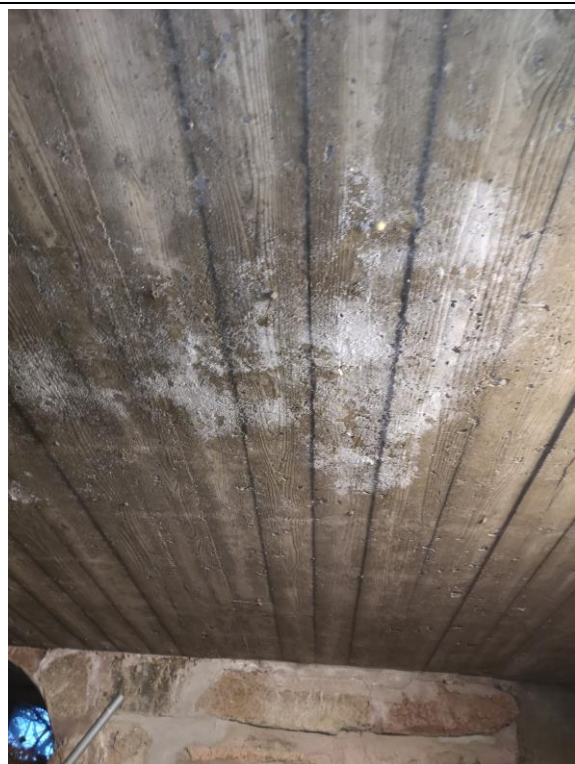




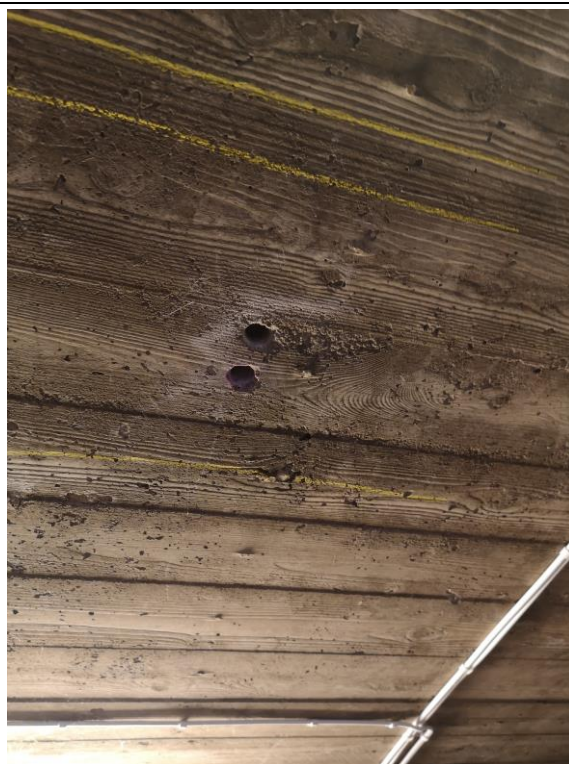
9: Bod innvendig



10: Bjelke mot bygningsfasaden, bod innvendig



11: Utfellinger i tak



12: Prøveområde i u.k. dekke