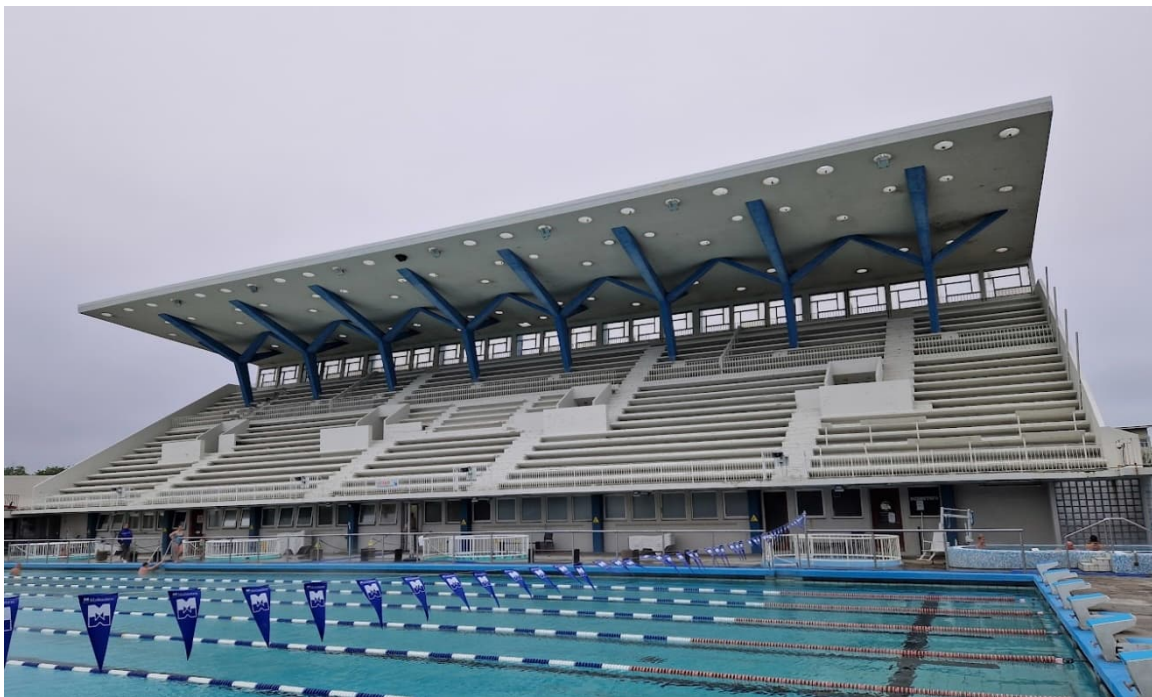


LAUGARDALSLAUG - STÚKUMANNVIRKI

MINNISBLAÐ

VERKNÚMÉR: 01109012
VERKHLUTI: 01
HÖFUNDUR: Indriði Níelsson
RÝNT AF: Magnús Skúlason
DREIFING: Reykjavíkurborg

DAGS.: 2023-06-15
NR.: ID 346666
ÚTGÁFA 01



Efni: Umsögn um ástand stúkumannvirkis Laugardalslaugar

Undirritaður var fenginn til að fara yfir ástand stúkumannvirkis Laugardalslaugar að beiðni Óskar Soffíu Valtýsdóttur hjá Reykjavíkurborg.

Í upphafi var ráðgert að burðarvirkjahönnuður myndi einnig skila inn umsögn um burðarþol stúkumannvirkisins. En þeirri umsögn verður ekki skilað inn að svo stöddu nema sú beiðni verði ítrekuð eftir lestur þessa minnisblaðs. Minnisblaðið er þó rýnt af burðarþolssérfræðingi.

Höfundur skýrslunnar er Indriði Níelsson verkfræðingur og steypusérfræðingur.

Höfundar fengu eftirfarandi gögn afhent:

1. Sundlaugar Reykjavíkur í Laugardal, Burðarþol áhorfendapalla og skyggis, unnið af verkfræðistofu Reykjavíkur.
2. Frumathugunarskýrslu frá Reykjavíkurborg dagsett í nóvember 2015 (stúkan frumathugun).



1 Inngangur

Ekki eru til íslenskar reglur eða kerfi um ástandskoðun á byggingum og mannvirkjum. Og er því ástandsmat burðarvirkis stúkumannvirkisins, í þessari skýrslu, metið samkvæmt norska skoðunarstaðlinum NS 3424.

Skoðunarstaðallinn, NS 3424, er kynntur lauslega svo hæglega megi lesa úr niðurstöðum í hverju tilfelli fyrir sig.

Þar sem steypuskemmdir á stúkumannvirkinu eru það umfangsmiklar er grein gerð fyrir orsökum og eðli alkálískemmda í steinsteypu ásamt því að dæmigert niðurbrot í alkálívirtri steypu í stúkumannvirkinu er sýnt.

1.1 Almennt um alkálívirgni í steinsteypu og í stúkunni

Alkálívirgni í steinsteypu gerist yfirleitt þannig að steypuefni (möl oft sjávarmöl) sem inniheldur kísilsýru getur orðið fyrir efnaáhrifum frá alkálísamböndum sementsefju í harðnaðri steinsteypu.

Í einföldun getur orðið efnabreyting þannig að það myndast eins konar seigfljótandi alkálí kísilhlaup. (sjór inniheldur verulegt magn af alkálísöltum)

Komist slíkt hlaup í snertingu við vatn þá getur það þanist út og þenslan er þá háð efnasamsetningu.

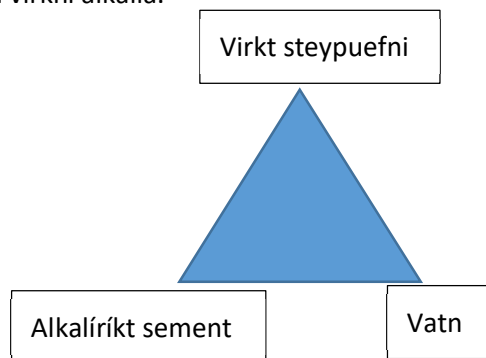
Þegar þetta gerist á verstu stöðum þá hreinlega „molnar steinsteypa innanfrá“ þar sem innri þrýstingur verður meiri en togstyrkleiki hennar.

Saga alkálískemmda á Íslandi er í raun frá 1960 þegar við hefjum notkun á virku sjávarfni frá Björgun. Því var dælt úr sjó og ekki unnið nægjanlega.

Næsta sem gerðist er að settar voru takmarkandi kröfur á alkálívirgni fylliefna en auk þess var notað kísilryk í sement sem hjálpaði einnig til að minnka virkni alkálía.

Þeir þrír áhrifavaldar sem skapa alkálíþenslu eru eftirfarandi:

1. Virkt steypuefni.
2. Alkálíríkt sement.
3. Vatn.



Magn og hlutfall einstakra þátta hafa áhrif á hve mikil þenslan verður.



Mynd 1. Alkalívirk steinsteypa molnar undan sleggju (sjá virkan tengil).



Mynd 2. Nærmynd af alkalískemmdri steinsteypu.

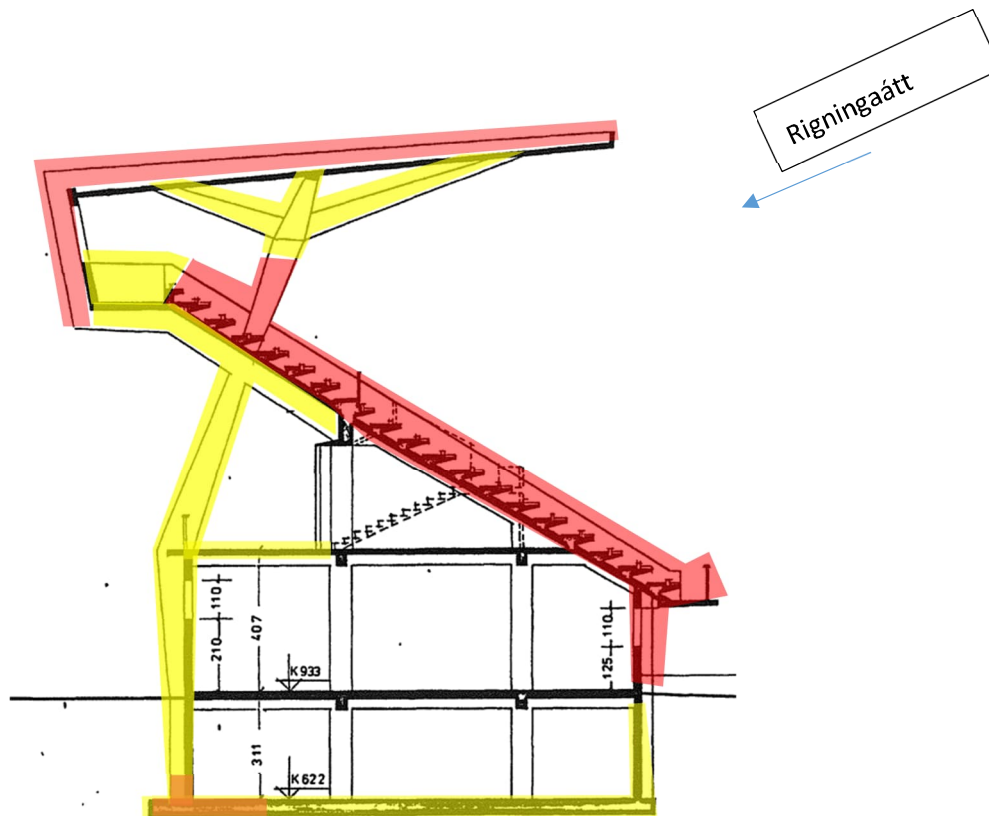
Takið eftir rúnnaðri alkalívirkri sjávarmöl.



Á næstu mynd hefur höfundur flokkað þá staði sem verða fyrir mestu rigningarálagi. Þar sem þeir fletir snúa í rigningaátt. Rauðir fletir verða fyrir mestu vatnsálagi og gulir fletir fyrir minna vatnsálagi, þar sem þeir eru að nokkru leiti í skjóli.

Sem bein afleiðing af því verða skemmdirnar einnig meiri á viðkomandi blautum flötum.

Sökkjar eru einnig merktir sem gulir fletir, þar sem gert er ráð fyrir því að hefðbundinn jarðraki liggi að veggjunum.



Mynd 3. Snið af stúkunni, rauðir fletir mesta rigningaálag, gulir fletir minna rigningaálag en samt vatnsálag. Appelsínugulir fletir töluvert vatnsálag frá jarðvatni.

Eftirfarandi athugasemdir er því hægt að draga fram um stúkuna.

1. Allir steypdir fletir stúkunnar hafa verið steypdir með alkalívirkri steinsteypu.
2. Steinsteypa er mismunandi skemmd eftir því hve vel hún er varin gegn vatnsálagi.
3. Lítið viðhald í gegnum tíðina hefur gert steinsteypuna sérstaklega vatnsdræga og hraðað þannig alkalískemmdum.



2 Skoðunarkerfi NS 3424

2.1 Almenn kynning ástandsskoðunarkerfis

Við undirbúning og skipulagningu ástandsskoðunar var stuðst við norskan staðal NS 3424:2012. Út frá þeim staðli hefur „Stofnun iðnaðar og tæknirannsóknar í Noregi“ (SINTEF) unnið leiðbeiningablað eða tækniblað sem er hluti af gagnabanka byggingarrannsókna (Byggforskserien).

Leiðbeiningablaðið heitir „Tilstandsanalyse av bygninger og bygningsdeler“ og er nr.700.305.

Undir þessu skoðunarkerfi eru fjölmörg tækniblöð þar sem gerð er grein fyrir reglum fyrir skoðanir á einstökum byggingarhlutum (t.d. steyptir fletir, gluggar o.s.frv.).

2.1.1 Ítarleiki greiningar (sjá einnig 2.2.1)

Ítarleiki greiningar er skilgreindur í samskiptum skoðunarmanns og verkkaupa hverju sinni.

Til eru staðlaðar greiningaraðferðir, en þær eru sjaldnast notaðar þar sem í mörgum tilfellum er þörf á að hafa misítarlegar greiningar á mismunandi byggingarhlutum.

Samkvæmt samtali var sameiginlegur skilningur að verkefnið snerist um skoðun steypuvirkis.

2.1.2 Viðmiðunarástand - ástandsgráða (ÁG 0 til ÁG 3, ÁG Ó)

Þegar ástand byggingarhluta er metið á fyrirfram ákveðinn hátt, þá er rætt um svokallaða ástandsgráðu. Byrjað er á að skilgreina ástand byggingarhluta sem miða skuli við sem „eðlilegt“ viðmiðunarástand. Við skoðun fær byggingarhluti ástandsgráðu sem á að lýsa því hversu mikið raunástand vísar frá skilgreindu viðmiðunarástandi. Það er mikilvægt að viðmiðunarástand þarf alls ekki að vera „nýtt ástand“ eða „ónotað ástand“. Miklu oftast er miðað við „eðlilegt ástand“ byggingarhluta; t.d. ástand þar sem ekki er talin ástæða til viðhalds á næstunni.

Sem dæmi gæti viðmiðunarástand verið að málning er í góðu standi og ekki eru óeðlilegar sprungur eða aðrar skemmdir á byggingarhlutanum, eða t.d. að ástand er þannig að líkur eru til að byggingarhlutinn þarfnist ekki viðhalds næstu 10 árin. Það er mikilvægt að líklegt er að viðmið séu mismunandi fyrir mismunandi byggingarhluta; gler endist t.d. lengur en utanhússmálning, þaðherbergi þarf líklega tíðara viðhald en svefnherbergi, í sumum tilfellum skiptir útlit öllu en í öðrum skiptir útlit engu ef virknin er í lagi o.s.frv.

Fjórar ástandsgráður eru skilgreindar fyrir byggingarhluta

0. Ástandsgráða 0 (ÁG 0): Engin frávik.

- Ástand byggingarhluta er í samræmi við eða betra en skilgreint viðmiðunarástand.

1. Ástandsgráða 1 (ÁG 1): Lítil frávik.

- Byggingarhluti er með litlum frávikum, t.d. byggingarhluti sem sér eitthvað á en er vel og reglulega viðhaldið, eða er talinn munu fá viðhald um leið og þess gerist þörf.

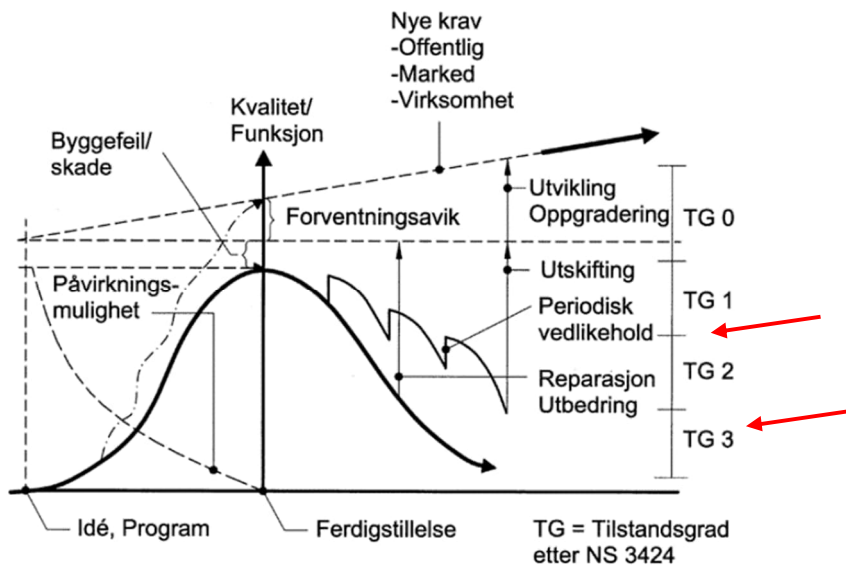
2. Ástandsgráða 2 (ÁG 2): Umtalsverð frávik.

- Byggingarhluti er með umtalsverðum frávikum, gjarnan skilgreint sem slit og/eða skemmdir sem eru farnar að hafa óafturkræf áhrif á virkni eða líftíma byggingarhlutans. Sem dæmi má nefna að byggingarhluti;
 - á skammt eftir af líftíma sínum, eða
 - er gallaður eða rangt upp byggður, eða
 - er skemmdur vegna ófullnægjandi viðhalds.
- Leitast skal við að skýra orsakir skemmda svo viðgerðir geti orðið hnitmiðar.
- Viðgerðir eru mikilvægar án tillits til stærra samhengis hvers verkefnis.

3. Ástandsgráða 3 (ÁG 3): Mikil frávik.



- Mikil og/eða alvarleg frávik; skemmdir valda því að byggingarhlutinn er nánast hættur að þjóna tilgangi sínum, eða skemmdir geta valdið miklum heilsufarslegum áhrifum, jafnvel lífshættu.
 - Leitast skal við að skýra orsakir skemmda svo viðgerðir geti orðið hnitmiðar.
 - Tafarlausar viðgerðir nauðsynlegar án tillits til stærra samhengis hvers verkefnis.
4. Ástandsgráða Ó (ÁG Ó): Ástand óþekkt.
- Ástand byggingarluta ekki kannað undir formerkjum ástandsskoðunar, en áætla skal áhættu vegna byggingarluta og hve mikið er eftir af líftíma hans.
 - Bent er á að ofangreint mat gefur hugsanlega tilefni til ítarlegri rannsókna.



Mynd 5. Flokkun ástandsgráða (TG 0-3: norska tilstandsgrad).

Þetta má ágætlega sjá á meðfylgjandi skýringamynd er varðar líftíma. Þegar ástandsgráður eru ÁG 2 (TG 2) þá er í lagi að viðhalda mannvirkinu, en þegar komið er svo seint á líftíma mannvirkisins að það er skilgreint sem ÁG 3, þá er nauðsynlegt að endurbyggja byggingarhlutann (utskifting).

2.1.3 Afleiðingar skemmda (AS 0 til AS 3)

Afleiðingar skemmda geta verið mismunandi óháð ástandsgráðu, sem dæmi má nefna að álagsbrot svala er mun alvarlegra slysatilfelli en álagsbrot steyptra trappa, þrátt fyrir að ástandsgráðan geti verið hin sama.

Afleiðingar skemmda, AS	Lýsing
AS 0	Engar afleiðingar
AS 1	Litlar eða meðal afleiðingar
AS 2	Verulegar afleiðingar
AS 3	Alvarlegar afleiðingar

Þegar horft er til afleiðinga skemmda skal meta eftirfarandi atriði:

- Öryggi
- Heilsa
- Ytra umhverfi
- Sýnileiki skemmda



- Orkunotkun
- Verndun mannvirkja
- Afleiðingar vegna taps á nothæfi
- Kostnaður, beinn og óbeinn
- Brot á lögum og reglugerðum

Afleiðingar skemmda eru metnar fyrir þær skemmdir sem þegar hafa orðið.

Þær skemmdir sem ekki eru orðnar en eru taldar fyrirsjáanlegar er farið yfir í umsögn um áhættu.

Verkkaupi getur einnig óskað eftir að við skoðun verði horft á sérstaka þætti umfram aðra, t.d. verði sérstök áhersla á „öryggi“, „heilsu“ eða t.d. „orkunotkun“ í ákveðinni fasteign.

2.1.4 Áhætta (ÁH)

Áhætta er skilgreind sem lítil, meðal eða mikil áhætta.

2.1.5 Forgangur aðgerða

Í aftasta dálki taflna yfir úrvinnslu (sjá aftar) er forgangur aðgerða metinn á bilinu 1-3 þar sem 1 er mesti forgangur. Þetta er sett inn til aukalegra skýringa en er í raun innifalið í ástandsgráðumatinu.



2.2 Skilgreining forsendna ástandsskoðunar

2.2.1 Ítarleiki greiningar

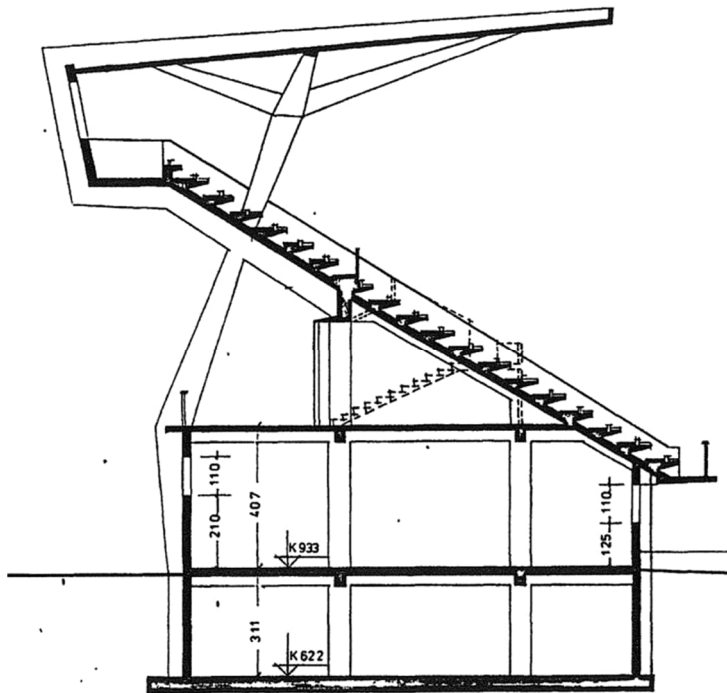
Verkefnið snýst um skoðun og skrásetningu ástands stúku Laugardalslaugar og með vísun í norskan staðal NS-3424 grein 4.2 telst þessi skoðun falla undir að vera greining af ítarleika 1 („Nivå 1“).

Skoðunin tekur að mestu leiti til ytra byrðis mannvirkis

3 Ástandsskoðun utanhúss

3.1 Stutt lýsing utanhúss

Stúka Laugardalslaugar var byggð um 1968. Mannvirkið samanstendur af þaki sem borið er uppi af bitum og súlum. Áhorfendapallar eru bornir upp af steypum römmum og pússaðir með múr.



Yfirlitsmynd. Ásýnd norðvestur.



3.2 Ástandsskoðun

Byggingarhluti	Ástandsgráða ÁG	Afleiðingar skemmda AS	Áhætta ÁH	Skýring	Forgangur aðgerða
Steyptir fletir					
Þak	ÁG 3	AS 3	ÁH-mikil	1	1
Þaksýni	ÁG 3	AS 3	ÁH-mikil	2	1
Varðir þakbitar	ÁG 3	AS 3	ÁH-mikil	3	1
Óvarðir þakhlutar	ÁG 3	AS 3	ÁH-meðal	4	1
Súlur framhlið	ÁG 3	AS 3	ÁH-mikil	5	1
Súlur bakhlið	ÁG 3	AS 3	ÁH-mikil	6	1
Þak yfir bakinngangi	ÁG 2	AS 2	ÁH-lítill	7	2
Plata undir stæðum	ÁG 3	AS 2	ÁH-meðal	8	1
Veggir almennt	ÁG 3	AS 3	ÁH-mikil	9	1
Skyggni á sundlaugarsvæði	ÁG 3	AS 3	ÁH-mikil	10	1
Tröppur	ÁG 3	AS 3	ÁH-mikil	11	1
Kjallari, almennt	ÁG 3	AS 2	ÁH-lítill	12	1
Fyrsta hæð, almennt	ÁG 2	AS 2	ÁH-meðal	13	1



1		Greining	Gráða
		ÁG	3
		AS	3
		ÁH	Mikil
		Forgangur	1
	Mikið tærð járnabinding		



Alvarlegar skemmdir þar sem vatnsálag er mest. Hér lekur vatn í gegnum plötu.



Þakhalli er góður en yfirborðsvörn er að mestu leiti horfin.



			
	Þversnið í yfirborðsvörn þakplötu, þússning, eftirhreitur tjörgunar og eftirhreitur þéttrar málningar.		
Lýsing	Þakplata yfir stúku: Þakplata er borin uppi af bitum og súlum. Ljóst er að stórir fletir eru mjög skemmdir. Þar sem vatnsálag hefur verið mest er steypa verst farin. Þar kemur í ljós mjög lítil steypuhula. Góður halli er á þakplötunni og einhvern tímann hefur hún verið þokapússuð og tjörguð. Síðar hefur hún einnig verið máluð með einhvers konar þykkhúð sem er nú að mestu leiti einnig horfin.		



2		Greining	Gráða
		ÁG	3
		AS	3
		ÁH	mikil
		Forgangur	1
Lýsing	Sýni þrýstikjarna úr eldri burðarvirkjaskýrslu. Hér má sjá gat eftir þrýstikjarna sem voru teknir úr eldri skýrslu sem barst undirrituðum. Það verða að teljast undarleg vinnubrögð að taka sýni úr heilli steypu án þess að taka fram að 30 cm frá er steypa verulega sprungin og líklegast óviðgerðarhæf.		
3		Greining	Gráða
		ÁG	3
		AS	3
		ÁH	Mikil
		Forgangur	1



Kantfrágangur við plötu er opinn.



Ryðgaðar lykkjur vegna m.a. lélegs kantfrágangs bita.

Lýsing

Burðarbitar: Burðarbitarnir sem halda uppi plötunni að mestu leiti hafa verið klæddir af með blámáluðum krossvið. Kantfrágangur við plötu er opinn, sem er fráleitt. Enda verður afleiðingin sú að lykkjurnar í bitanum ryðga (sjá rauða línu).

Þrátt fyrir að ekki hafi verið opnað undir burðarbita er hægt að fullyrða að ástand þeirra er ekki gott. Sjá næsta atriði. Burðarbitar hafa væntanlega ekki verið tjargaðir eins og þak.



4		Greining	Gráða
		ÁG	3
		AS	3
		ÁH	meðal
			
		Forgangur	1
Lýsing	Óvarðir byggingarhlutar á þaki eru óviðgerðarhæfir.		



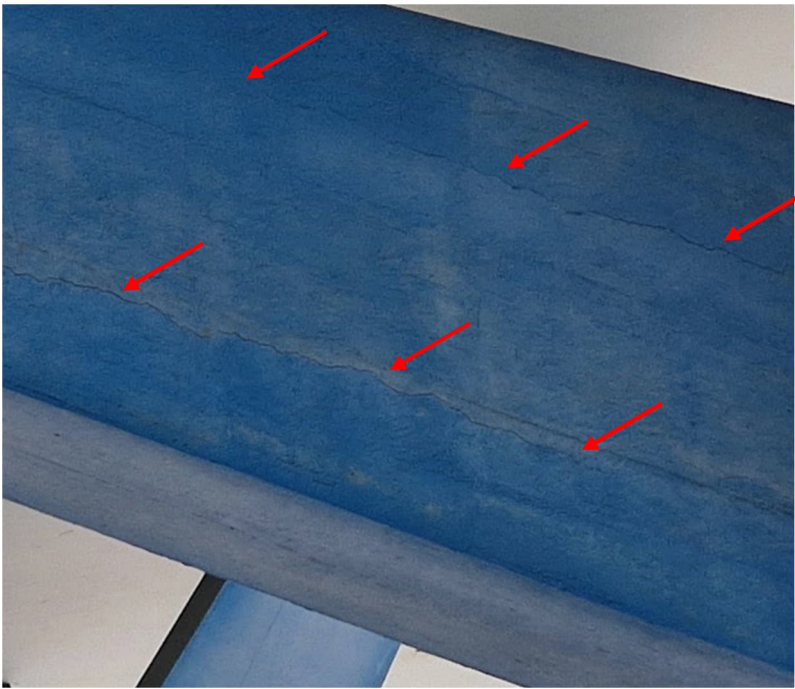
Lögun súlu/bita er falleg.

Pússning liggur yfir bitum. Ath þetta er sama staðsetning en höfundur hefur fjarlægt pússningu og þá kemur í ljós að lykkjur eru nánast horfnar.

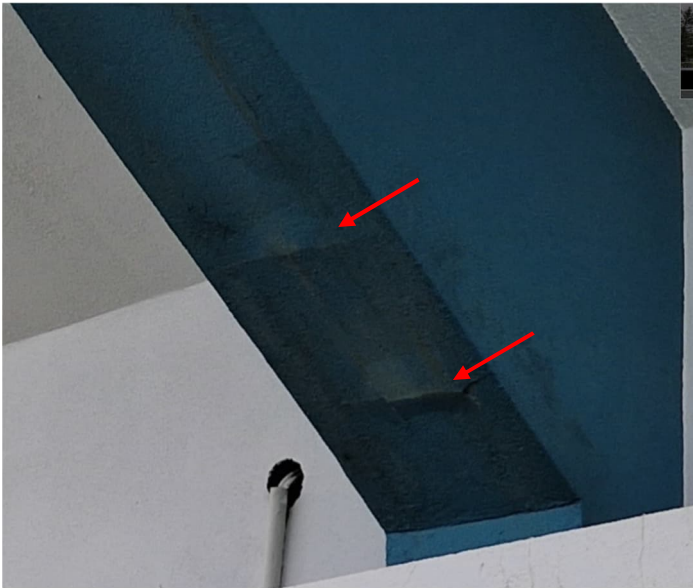
Þegar rýnt er í bitana má sjá mjög víða þéttiðin og alvarleg sprungunet sem hafa mikil áhrif á burðargetu bita.

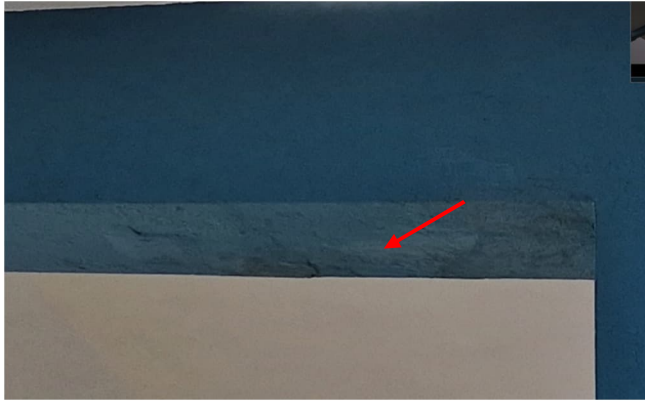
Greining	Gráða
ÁG	3
AS	3
ÁH	mikil
Forgangur	1



	 Dæmi um slæmar sprungur.  Dæmi um slæmar langsprungur ofarlega í burðarvirki.		
Lýsing	Súlur framhlið: Meginburðarvirki plötunnar er haldið upp af einkennandi súlum. Þær eru fjarska fallegar en þegar nær er litið þá má alls staðar sjá sömu/svipaðar skemmdir. Við flesta súlufætur má sjá alvarlegar skemmdir þar sem járnagrind er nánast horfin. Þegar nánar er litið á þessar súlur má sjá að verstu skemmdirnar eru neðst, eins og skýrt er frá í texta um alkalívirgni. Þó eru slæmar langsprungur ofar sömuleiðis.		



6		Greining	Gráða
		ÁG	3
		AS	3
		ÁH	Mikil
	Stærstu vatnsálagssvæði á bitum/súlum bakatil.  Ryðgaðar lykkjur undir efsta hluta bita, mikið skemmt burðarvirki. Klætt yfir skemmdir að hluta til.  Járnalykkjur búnar að sprengja af sér.	Forgangur	1



Skemmdir neðan á burðarvirki.



Aukið vatnsálag þ.a.l. auknar skemmdir.

Lýsing

Súlur/Bitar bakhlið: Þegar stærstu vatnsálagssvæði eru skoðuð bakatil, sjást sömu skemmdir eins og dæmigerðar myndir sýna.



7		Greining	Gráða
		ÁG	2
		AS	2
		ÁH	Lítill
		Forgangur	2
Lýsing	Þak yfir bakinnngangi: Pappi var settur yfir bakinnngang til að stöðva mikla leka sem áttu sér stað, skv. upplýsingum.		
8		Greining	Gráða
		ÁG	3
		AS	2
		ÁH	meðal
		Forgangur	1



	 Víðá má sjá ídælingar innanhúss ofan lofta.  Víðá má sjá ídælingar innanhúss ofan lofta.		
Lýsing	Plata undir stæðum: Stæði eru ónýtt. Plata hefur að einhverju leiti verið í skjóli með stæðum en reynt hefur verið að bera þykkhúðir undir og ofan á stæði með óreglulegu millibili. Platan er þó gríðarlega illa farin af alkalívirgni og er mikið skemmd. Að innanverðu má sjá að mikið hefur verið reynt að dæla í sprungur. Ending ídælingar í svo skemmda steypu verður lítil. Þar sem plata verður aldrei vatnsheld og er gríðarlega alkalískemmd enda í verstu rigningarátt.		



9		Greining	Gráða
		ÁG	3
		AS	3
		ÁH	mikil
			Forgangur
Ídælingar fóru fram að innanverðu. Hér er steypa það skemmd að efnið lak víða í gegn. Miklar útfellingar á veggjum.			
Alkalískemmdir veggir á stúkuvæði.			



Dæmigerðar skemmdir efst í stúku.



Óviðgerðarhæfur veggur.

Lýsing

Veggir almennt: Veggir eru flestir óviðgerðarhæfir á stúkusvæði. Veggir á sundlaugagestasvæði eru með þykkri málningarhúð og hefur verið betur viðhaldið



10	 Fallhætta af múr af kanti.  Lekaskemmdir í gegnum skyggni og krossviðarklætt upp við útvegg.	Greining	Gráða
		ÁG	3
		AS	3
		ÁH	mikil
		Forgangur	1
Lýsing	Skyggni á sundlaugarsvæði: Er mikið skemmt og óviðgerðarhæft.		



11	 Tröppur bakatil eru ónýtar.	Greining	Gráða
		ÁG	3
		AS	3
		ÁH	mikil
		Forgangur	1
Lýsing	Tröppur eru ónýtar		
12	 Neðri hluti veggja er verst farinn vegna leka  Alls staðar má sjá neðstu 30-40 cm mjög illa farna í kjallara.	Greining	Gráða
		ÁG	3
		AS	2
		ÁH	Lítill
		Forgangur	1



			
	Þá gildir að sjálfsögðu að þar sem raki hefur komið að kjallaraflötu, þá eru skemmdir miklar.		
Lýsing	Kjallari: eins og farið var yfir í umræðu um alkalívirgni er ljóst að mikið rakaálag er neðst í kjallara. Þessi steypa er því illa skemmd.		
13		Greining	Gráða
		ÁG	2
		AS	2
		ÁH	meðal
		Forgangur	1
		Burðarvirki í lagi þar sem þurrt er. Ath búið að mála yfir skemmdir.	
Lýsing	Fyrsta hæð: Á fyrstu hæð er verið að endurnýja aðstöðu starfsmanna auk þess sem er verið að endurnýja ýmsa aðstöðu. M.t.t. heildarástands mannvirkis þ.e. plata að ofan er mikið skemmd en hefur verið þétt tímabundið með ídælingum, er ekki hægt að gera ráð fyrir að mannvirkið endist lengi. (sjá einnig lið 8)		

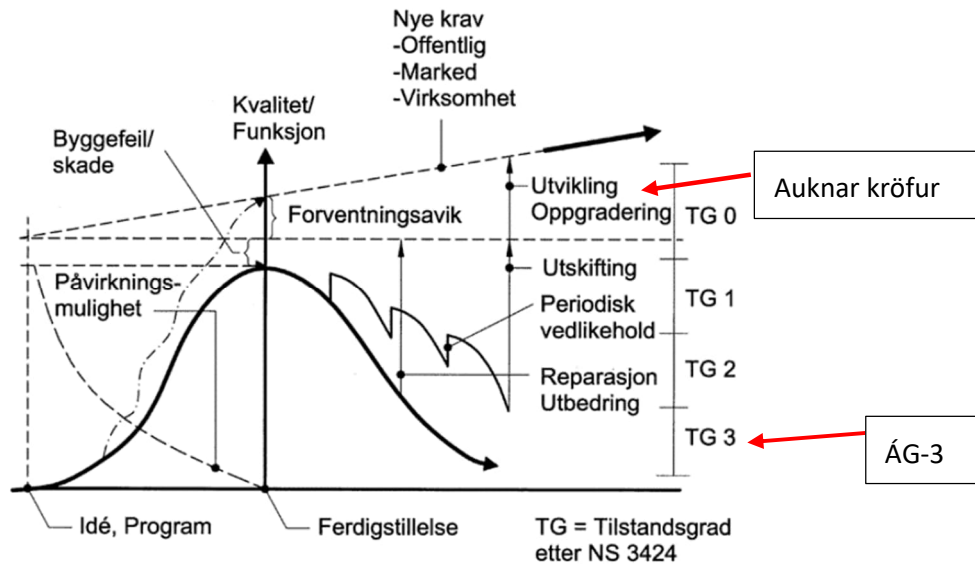


4 Niðurstaða

Eins og ljóst er af samantekt höfundar, þá er mannvirknið mjög illa farið að steypuskemmdum og er umfang skemmda það mikið að það telst illa og jafnvel óviðgerðarhæft.

Farið hefur verið yfir eðli alkalískemmda og alvarleika þeirra á mannvirki.

Þá hefur verið skýrt út við hvað er átt þegar um líftíma mannvirkis er rætt.



Mynd 5. Flokkun ástandsgráða (TG 0-3: norska tilstandsgrad).

Á mynd 5 (bls 8) er svo sýnt á línuriti hvernig líftími er skilgreindur inn í ástandsskoðunarkerfi NS 3424. Þar má sjá að þegar byggingarhlutar fá einkunnina ÁG-3, þá er nauðsynlegt að endurbyggja þá.

Það sem rætt er um í viðgerðarhlutanum og líftíma er hins vegar einnig að efst á sömu tímalínu er annar kassi sem heitir „auknar kröfur“. Það má telja upp mjög mörg atriði sem hafa breyst frá 1968 til 2023 og ljóst að mannvirknið mun aldrei ná að uppfylla þessar auknu kröfur (t.d. aðstaða, burðarvirki o.fl.).

Flestir fletir eru illa og jafnvel óviðgerðarhæfir og hættulegt að umgangast það í of mikilli nálægð.

Þetta mannvirki verður aldrei hægt að gera við á fullnægjandi hátt. Meta þarf hvort ástæða sé til að loka af alla umferð um mannvirknið.

Taka skal fram að mannvirknið mun ekki hrynja að svo stöddu en það er ljóst að það mun halda áfram að hrynja úr því.

Að þessu rituðu teljum við ekki þörf á að senda burðarþolssérfræðing á svæðið til að reikna út rýrnuð þversnið.

Fyrir hönd Verkís
Indriði Níelsson



5 Tilvísanir

1. Mather, Katherine, "Relation of Absorption and Sulfate Test Results on Concrete Sands," ASTM Bulletin, No. 144, January 1947, pp 26-31.
2. Concrete repairs Performance in service and current practice CONREPNET Thematic network on performance-based remediation of reinforced concrete structures G P Tilly, Gifford & Partners Ltd J Jacobs, Belgian Building Research Institute
3. 700.307 Byggforsk, Definisjoner, etablering og bruk av levetidsdata for bygg og bygningsdeler