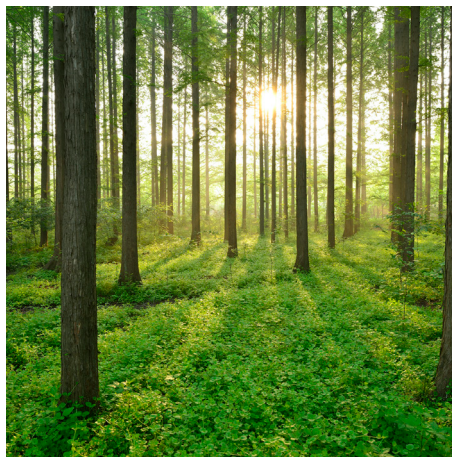
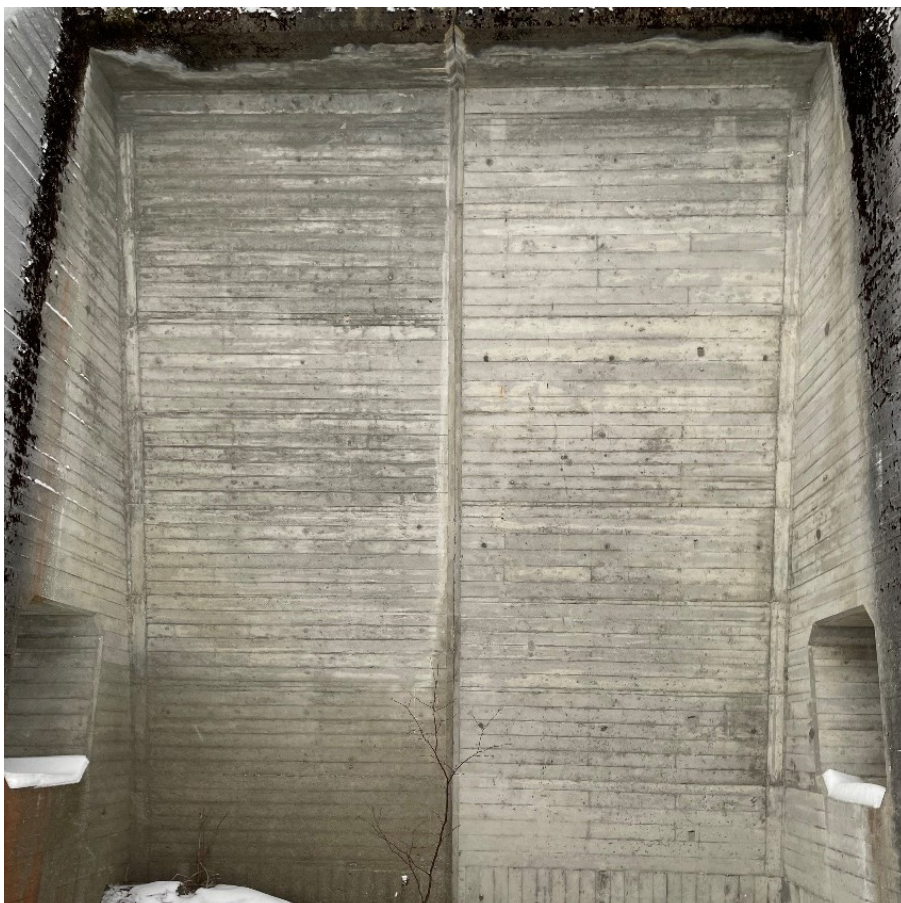
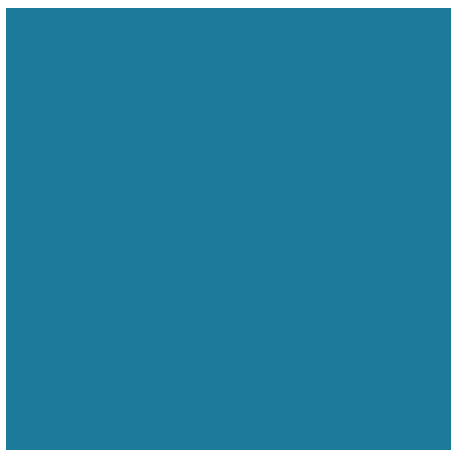


INVENTERING AV TILLSTÅNDET HOS DILATATIONSFOGAR

RAPPORT 2025:1076



BETONGTEKNISKT PROGRAM
VATTENKRAFT



Inventering av tillståndet hos dilatationsfogar

Fältstudie av dilatationsfogar

OLOF THUNÉ, KRISTOFFER ANDERSSON & AUGUST ANDERSSON

ISBN 978-91-89919-75-4 | © Energiforsk januari 2025

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Dilatationsfogar är en ofta förekommande del i vattenkraftens dämmande konstruktioner, vilka oftast räknas till dammar, utskov och intag. Dilatationsfogar förväntas vara vattentäta och samtidigt kunna följa säsongsberoende rörelser i konstruktionen, vilket skapar en komplex kravbild. Att identifiera och beskriva dilatationsfogars tillstånd är en viktig del i förvaltandet av dessa.

Dilatationsfogar förekommer i vattenkraftens anläggningar på många sätt, att identifiera konstruktionens typ underlättar därmed arbetet i att kunna systematisera förvaltningsbehovet av fogarna. I projektet "Inventering av tillståndet hos befintliga dilatationsfogar", så har ett utvalt antal anläggningar besökts och statistik kring dess dilatationsfogar har noterats, ur förvaltningssyfte. Dammägare har sedan intervjuats om bl.a frekvensen av läckage, temperaturförhållanden, samt djup/vattentryck, och hur detta kan påverka förekomsten av läckage.

Projektet har utförts av Olof Thuné, på Afry. Projektet har finansierats av Energiforsk genom FoU-programmet Betongtekniskt programvattenkraft, etapp 2022-2024. Programmets intressenter är Fortum Sverige, Holmen Energi, Jämtkraft, Karlstads Energi, Skellefteå Kraft, Statkraft Sverige, Sydkraft/Uniper, Tekniska Verken, Umeå Energi samt Vattenfall Vattenkraft. Projektets referensgrupp har utgjorts av representanter från programmets styrgrupp: Carl-Oscar Nilsson, Mats Persson, Andreas Karlstedt.

Sammanfattning

I föreliggande rapport analyseras tillståndet i dilatationsfogar i befintliga dammkonstruktioner. Läckage i dessa fogar är ett vanligt förekommande problem som i dagsläget saknar tydliga förvaltningsstrategier. Ett steg i att ta fram dessa strategier är att inventera och bedöma hur beständigheten är hos olika typer av dilatationsfogar.

Denna studie har gått ut på att inventera tillståndet hos dilatationsfogar bestående av plåtbleck mellan betongelement i befintliga dammar och anslutande byggnader. 13 anläggningar har inventerats på plats. Dokumentation av relativt läckagevatten och andra nedbrytningsmekanismer har utförts och jämförts med varandra. De inventerade dilatationsfogarna består av antingen enkelt plåtbleck, dubbla plåtbleck eller dubbla plåtbleck med en installerad mellanliggande injekteringskanal som skall vara fylld med bitumen.

Efter utförda inventeringar sammanställdes och analyserades data för att kunna jämföra vilken typ av dilatationsfog som i störst utsträckning uppfyller kravet på täthet och om några andra slutsatser kunde dras.

Det visade sig i täthetsbedömningen att dilatationsfogar bestående av ett enkelt plåtbleck är den typen som har störst problem med läckage och 39,1% av dessa fogar har ett vattenläckage i olika stor omfattning. Detta jämfört med dilatationsfogar bestående av dubbla bleck och dubbla bleck med injekteringskanal där läckagen uppnår 27,3 respektive 17,2%.

Utöver skillnaderna i täthet och att ett enkelt bleck kanske är en något enkel lösning för att vara beständig över tid, går det att konstatera att en ingjuten injekteringskanal fylld med bitumen tätar 10%-enheter mer än utan en ingjuten injekteringskanal fylld med bitumen.

Framtagen statistik baserad på inventeringen pekar på att dilatationsfogar bestående av dubbla bleck har liknande beständighet som dubbla bleck med injekteringskanal. Utöver att man slipper hanteringen av bitumen med endast dubbla bleck, slipper man också ett arbetsmoment i byggskedet. Detta är parametrar som man bör ta med sig vid val av dilatationsfog då en lösning med injekteringskanal kanske inte passar alla konstruktioner.

Nyckelord

Betong, beständighet, bitumen, dammar, dilatationsfog, injekteringskanal, läckage, skador

Summary

In the present report, the condition of expansion joints in existing dam structures is analyzed. Leakage in these joints is a common issue that currently lacks clear management strategies. One step in developing these strategies is to understand the durability of different types of expansion joints.

This project involved assessing the condition of expansion joints consisting of metal plates between concrete elements in existing dams and adjacent buildings. Thirteen facilities were surveyed on-site. Documentation of relative water leakage and other degradation mechanisms was compared. The surveyed expansion joints fall into three categories: single metal plate, double metal plate, or double metal plate with an installed injection channel which is supposed to be filled with bitumen.

After the surveys were conducted, data was compiled and analyzed to compare the tightness of different types of expansion joints and draw any additional conclusions. The assessment revealed that expansion joints consisting of a single metal plate experience the most significant leakage issues and approximately 39,1% of these joints exhibit water leakage to varying extents. In comparison, expansion joints made of double plates and double plates with injection channels have leakage rates of 27,3% respectively 17,2%.

Beyond the differences in leakage and the fact that a single metal plate may be a relatively straightforward solution for long-term durability, it's worth noting that an embedded injection channel filled with environmentally hazardous bitumen does not seal more than 10% better than without an embedded injection channel filled with bitumen.

Based on the collected statistics, expansion joints with double plates exhibit similar durability to those with an injection channel. Additionally, opting for double plates alone eliminates the handling of bitumen and reduces construction work steps. These are important considerations when choosing an expansion joint solution, as an injection channel may not be suitable for all structures.

Innehåll

1	Inledning	7
1.1	Bakgrund	7
1.2	Syfte och mål	7
1.3	Avgränsningar	8
2	Dilatationsfogar i dammkonstruktioner	9
2.1	Krav på dilatationsfogars funktion	9
2.2	Olika dilatationsfogar av plåtband	9
2.3	Förekommande exponeringsmiljöer	12
2.4	Konstruktions- och arbetsutförande	12
2.5	Åldrings- och nedbrytningsprocesser för betong inom vattenkraft	12
2.5.1	Generella nedbrytningsmekanismer	12
2.5.2	Nedbrytning av betong i fogområdet	14
2.6	Tättningsåtgärder vid dilatationsfogar	14
3	Metod	16
3.1	Inventering	16
3.1.1	Inventerade anläggningar	18
3.2	Dataanalys	31
4	Resultat	32
	Sammanställande tabeller	32
	Sammanställning av övriga noteringar	35
	Sammanställning av intervjuer	36
5	Diskussion	38
5.1	Metod	38
5.2	Resultat	38
6	Slutsatser	40
7	Referenslista	41
8	Bilagor	42

1 Inledning

1.1 BAKGRUND

Dilatationsfogar är vanligt förekommande i vattenkraftens dämmande konstruktioner uppförda av betong. Till dessa konstruktioner räknas dammar, utskov och intag. Dilatationsfogar ska vara vattentäta över tid och ska samtidigt medge säsongsberoende rörelser. Dessa krav innebär att dilatationsfogen ska uppfylla en komplex kravbild där fogen ska medge rörelser samtidigt som det kan förekomma stora årliga variationer i både vattentryck och temperatur.

Det är inte ovanligt att påträffa dilatationsfogar som uppvisar läckage i någon omfattning. I en översiktlig Elforsk-rapport 10:74 sammanställde Stojanović (2010) information om skador och reparationer av läckande dilatationsfogar i dammkonstruktioner. Det konstaterades att läckage med stor sannolikhet kan initieras både genom skador på tätningsbandet och till följd av nedbrytning av omgivande betong.

Utöver att öka kunskap och förståelse kring åldring och nedbrytning av dilatationsfogar finns det ett behov av att utveckla strategier för förvaltning av dilatationsfogar. Detta omfattar bland annat framtagning av riktlinjer för att möjliggöra systematisk bedömning av åtgärdsbehov, samt prioritering mellan olika typer av dilatationsfogar med läckageproblematik.

En del av underlaget vid framtagning av förvaltningsstrategier är en nulägesbeskrivning av tillståndet hos befintliga dilatationsfogar i vattenkraftens anläggningar. Frekvens av läckage, uppskattning av läckagets omfattning, förekomst av andra och eventuellt samverkande skador i fogen, etc. behöver dokumenteras och kvantifieras.

1.2 SYFTE OCH MÅL

Syftet med denna studie är att sammanställa statistik för tillståndet hos befintliga dilatationsfogar i vattenkraftens betongkonstruktioner. Statistiken kan utgöra en del av erforderligt underlag vid framtagning av förvaltningsstrategier för dilatationsfogar samt inför nybyggnation av vattenkraftsanläggningar.

1.3 AVGRÄNSNINGAR

Föreliggande studie avgränsas till att inventera tillståndet hos dilatationsfogar uppbyggda av plåtbleck. Tre olika varianter inventeras: enkelt-, dubbelt bleck samt dubbelt bleck med injekteringskanal. De tre olika varianterna finns i flera olika former och storlekar. Eventuell inverkan av detta kommer ej att bedömas i jämförelsen.

Att ge vägledning i hur läckande dilatationsfogar ska förvaltas eller åtgärdas ligger utanför ramen för denna studie.

2 Dilatationsfogar i dammkonstruktioner

2.1 KRAV PÅ DILATATIONSFOGARS FUNKTION

Den kravbild som ställs på dilatationsfogar är att de ska möjliggöra rörelser i byggnadsverket utan att skador uppstår. De ska även vara vattentäta över tid och kunna hantera variationer i temperatur och vattentryck, vilket ställer krav på åldersbeständighet^{1, 2}.

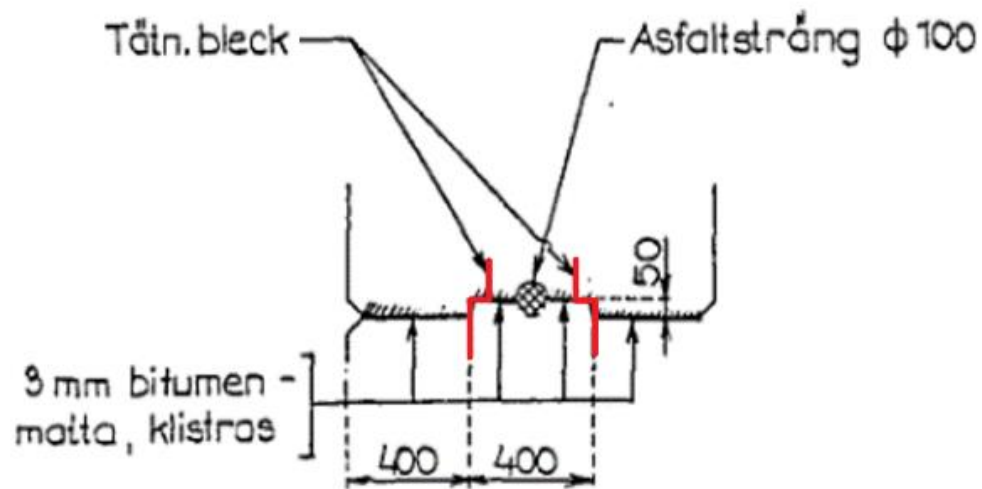
2.2 OLIKA DILATATIONSFOGAR AV PLÅTBAND

Dilatationsfogar bestående av plåtbleck är vanligtvis tillverkade av rostfri stålplåt. De är vanligtvis släta med en godstjocklek på 0.8-1mm. En vanlig bredd på dessa är 200-400mm. De kan vara utformade på olika sätt med antingen rak eller bockad profil. Teoretiskt avgör utformningen hur väl fogen klarar av att hantera rörelser i fogen. Profilerna kan bestå av enkelt, dubbelt eller dubbelt plåtbleck med injekteringskanal (se Figur 2-3 nedan). Injekteringskanalen fylls vanligtvis upp med bitumen som är en asfaltlösning som hjälper till att täta fogen. Mellan fogytorna klistras vanligen en 3-5mm tjock asfaltmatta fast för att kunna hantera dilatationen mellan gjutdelarna. Dilatationsfogar anordnas vanligen med dubbelt fogband eftersom enkla bleck i praktiken har visat sig bli otäta. Fördelarna med plåtband är att ingen deformation sker vid ingjutning. Nackdelen är att dessa plåtar är tunga att hantera och svåra att skarva vid komplicerade detaljer och korsningar^{1, 3}.

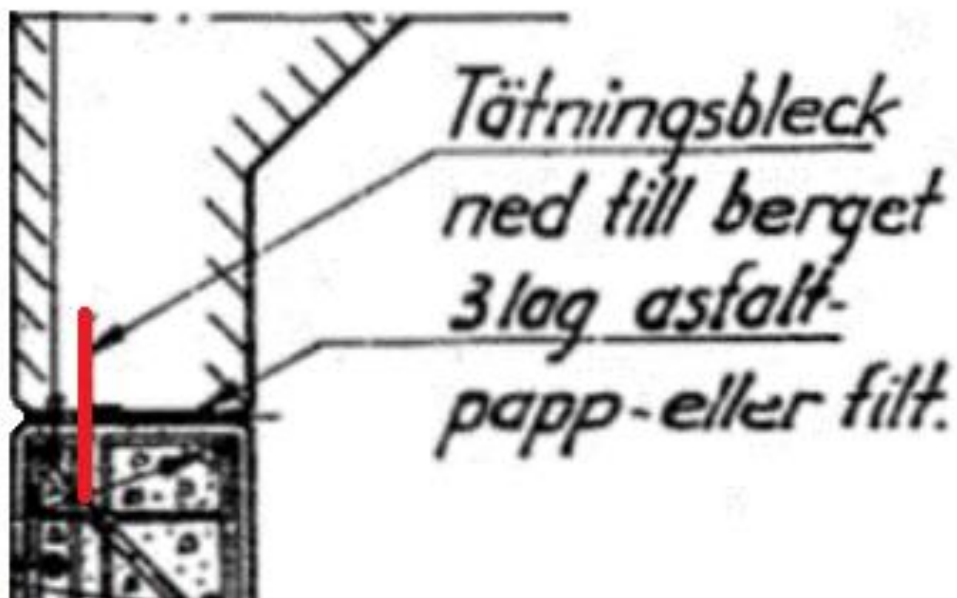
¹ Stojanović, B. *Skador på och reparationer av dilatationsfogar i dammkonstruktioner. En sammanställning av kunskaper och nationella insatser. (Rapport 10:74)* Elforsk, 2010. (Skador på och reparationer av dilatationsfogar i dammkonstruktioner - PDF Free Download (docplayer.se))

² Bryne, L-E. Nordström, E. *Betong vid dilatationsfogar – Fältstudie av dilatationsfog i skibord. (Rapport 2022:884)*. Energiforsk, 2022. (<https://energiforsk.se/media/31824/betong-vid-dilatationsfogar-energiforskrapport-2022-884.pdf>)

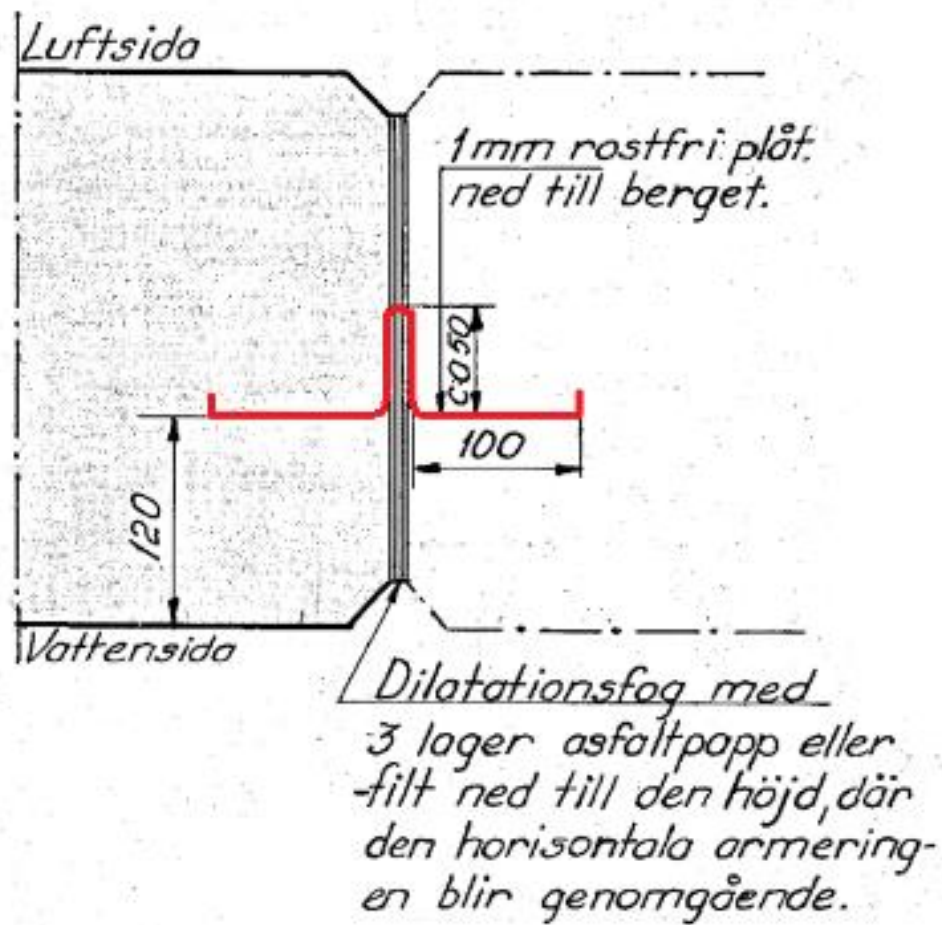
³ Thorsell, P-E. *Fogar och fogreparationer. (Elforsk rapport 04:23)*. <https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/19414/fogar-och-fogreparationer-elforskrapport-2004-23.pdf>



Figur 2. Bleck med rak profil. Från ritning vid Anläggning 1.



Figur 1. Dubbel fog i böckad Z-profil med injekteringskanal och urtagning. Från ritning vid Anläggning 6.



Figur 3. Enkel fog med bockad U-profil. Från ritning vid Anläggning 9.

2.3 FÖREKOMMANDE EXPONERINGSMILJÖER

De exponeringsmiljöer som dilatationsfogar kan utsättas för är⁴:

- Konstant våt miljö
- Cykliskt våt & torr miljö
- Vattentryck
- Värme & kyla

2.4 KONSTRUKTIONS- OCH ARBETSUTFÖRANDE

För att uppnå god funktion, kvalitet och beständighet hos dilatationsfogar förutsätts det att installationsarbetet är utfört på ett korrekt sätt. Läckage och skador av dilatationsfogar är till stor del kopplad till installationsarbetet. Följande defekter kan påverka fogens funktion och beständighet¹:

- Undermåligt vibrerad/komprimerad betong som medför hålrum i anslutning till dilatationsfogen.
- Föröreningar mellan dilatationsfogen och betongen som försämrar bleckets vidhäftning mot betongen.
- Punktering av fogband som har inträffat i byggskedet, alternativt att fogbandet inte har installerats.
- Undermålig eller ingen svetsning av fogbandets skarvar som medför brott i dilatationsfogen.

2.5 ÅLDRINGS- OCH NEDBRYTNINGSPROCESSER FÖR BETONG INOM VATTENKRAFT

2.5.1 Generella nedbrytningsmekanismer

Betong kan brytas ned om den inte är dimensionerad för den exponeringsmiljö som den är tänkt att utsättas för. Åldring av betong kan också initiera nedbrytning. Sker nedbrytning av betong i dilatationsfogar kan läckage uppstå. Nedan beskrivs generella nedbrytningsmekanismer för betong.

Frostskador är något som uppstår vid låga temperaturer när vatten fryser till is, eftersom is upptar större volym än vatten. När vattnet i betongens porer fryser och expanderar kan det leda till att betongen utsätts för skadliga (expansiva) frostangrepp. Betong kan skyddas mot frostskador med ett luftporsystem bestående av många små porer fördelade i betongmassan. Om avståndet mellan porerna är för stort eller om betongen är vattenmättad har det frysta vattnet ingenstans att ta vägen. Då uppstår

⁴ Nordström, E., Hassanzadeh, M. *Inblandning av flygaska i vattenbyggnadsbetong. (Rapport 2018:479)*. Energiforsk, 2018. (FULLTEXT01.pdf (diva-portal.org))

spänningar i betongen som kan skapa sprickor när betongens hållfasthet överskrids. När detta händer uppkommer frostsador⁵.

Urlakning innebär att cementets reaktionsprodukter, vilka fungerar som lim i betongen, löses upp och transporteras bort över tid. Detta resulterar i att betongens permeabilitet (vattnets förmåga att tränga sig igenom) ökar, betongen blir porösare samt att hållfasthetsegenskaperna reduceras. För att uppnå hög resistens mot urlakning eftersträvas tät betong med lågt vct⁵.

Sprickbildning kan leda till att betongen urlakas om vatten sipprar genom sprickan. Urlakning gör sig synligt på dammens nedströmssida i form av kalkutfällningar. När sprickor har bildats kan de antingen med hjälp av de urlakade produkterna täta sig själva, eller förbli otäta vid rörelser i konstruktioner på grund av temperaturskiftningar⁶.

Erosion är något som sker till följd av mekanisk erosion. Detta uppstår när vatten, is, drivgods och partiklar rör sig mot betongen. Detta medför att betong i vattenlinjen eller strax under skalas av från konstruktionen. Deras inverkan beror på vattnets hastighet. Samverkan mellan frostangrepp, urlakning och mekanisk erosion kan förstärka (accelerera) denna process¹.

Armeringskorrosion är en nedbrytningsmekanism som vanligtvis sker till följd av karbonatisering av betongen men även genom kloridinträngning som angriper armeringsstålet i betongen. Detta kan leda till att bärförmågan hos armeringen reduceras eller förloras helt⁶.

För att armeringskorrosion till följd av karbonatisering ska vara möjlig behöver tre villkor uppnås. Det passiva tillståndet som råder omkring armeringen behöver brytas. Det innebär att den alkaliska miljön och pH-värdet behöver sjunka från omkring 12 till 9. Det behöver även vara hög ledningsförmåga i form av fukt omkring armeringen. När den relativa fuktigheten överstiger 80 % är armeringskorrosion som följd av karbonatisering möjlig. Det tredje villkoret som behöver uppnås är att armeringen måste exponeras för syre. Detta gör att armeringskorrosion inom vattenbyggnadsbetong med hög vattenmättnadsgrad sker med låg hastighet⁵.

⁵ Fagerlund, G. *Vattenbyggnadsbetong*. Cementa, 1989.
<https://lup.lub.lu.se/search/files/5606335/4174583.pdf>

⁶ Rosenqvist, M. *Betongteknikens utveckling och betydelse för svensk vattenkraftsutbyggnad*. (Rapport 2018:481). Energiforsk, 2018.

<https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/25370/betongteknik-ens-utveckling-och-betydelse-for-svensk-vattenkraftsutbyggnadenergiforskrapport-2018-481.pdf>

Täckskiktets roll inom armeringskorrosion är därmed viktig. Ett tjockare täckskikt gör att en karbonatiseringsprocess som kan leda till armeringskorrosion går långsammare än ett tunnare täckskikt⁶.

Alkali-silica-reaktioner (ASR) är en nedbrytningsmekanism där vatten, högalkaliskt cement och alkalireaktiv ballast samverkar. Det skapas en gel som expanderar genom absorption av fukt och tränger sig fram genom betongen. Reaktionen skapar spänningar i betongen och när de överstiger betongens hållfasthet skapas långa sprickkanaler genom konstruktionen.

Denna reaktion är endast möjlig när fuktiga förhållanden råder i betongen (omkring 80 % relativ fuktighet och över). För att minimera riskerna för AKR används ett bindemedel med lågt alkali-innehåll. SS 134203 är en standard för lågalkaliskt cement som begränsar mängderna Na_2O och K_2O som får förekomma. Utöver alkali-innehåll eller att tillgången på fukt reduceras, begränsas även risken för AKR med icke-reaktiv ballast⁷.

2.5.2 Nedbrytning av betong i fogområdet

När det kommer till dilatationsfogar i betongdammar som är belägna i kalla klimat, är ett vanligt åldringsscenario att fogens betongkanter utsätts för isnötning och frostangrepp vid dammens uppströmssida. Detta medför en successiv avskalning, spjälkningsskador samt söndersprängning av betongen, vilket på sikt kan resultera i ett vattenläckage i fogområdet^{1, 8}.

2.6 TÄTNINGSÅTGÄRDER VID DILATATIONSGOGAR

För att motverka vattenläckage i en dilatationsfog kan cementinjektering användas. Detta innebär att cement injekteras genom håligheter och sprickor i betongen, vilket medför att betongen tätas⁹.

Att täta en läckande fog går även att göra genom injektering av annat material än cement. Genom att borra ett förbindelseborrhål och fylla upp det med ett kemiskt baserat injekteringsbruk med låg viskositet, som härdar snabbt, innehar goda vidhäftningsegenskaper samt en hög elastiskt styrka är det möjligt att uppnå goda tätande egenskaper vid en läckande fog. Denna metod har visat sig kunna förhindra läckage inuti isolerade

⁷ Strand, M.J., Westberg Wilde, M., Rosenqvist, M., Janz, M. *Betong för vattenkraftsbyggnad – Strategisk utblick. (Rapport 2020:653)*. Energiforsk, 2020.
(<https://energiforsk.se/media/27723/betong-for-vattenkraftsbyggnadenergiforskrapport-2020-653.pdf>)

⁸ Betong i vattenkraftanläggningar. AW Grafiska Uppsala, 1991.

⁹ Rosenqvist, M. *Vägledning för cementinjektering av betongkonstruktioner, - Projektering, utförande och kontroll.* (Elforsk rapport 11:60).
<https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/19318/vagledning-for-cementinjektering-av-betongkonstruktioner-elforskrapport-2011-60.pdf>

delar av konstruktioner, men även för att tätta ytliga fogar på uppströmssidan av konstruktioner. För att uppnå bra resultat med denna metod krävs kunskap om var läckaget finns för att med precision kunna angripa det utsatta området⁹.

Ett annat alternativ är att täcka fogen på nedströmssidan med en stålplatta som fästs med bultar på bägge sidor av fogen, förutsatt att plattan har dilaterande egenskaper. Mellan fogen och stålplattan appliceras även en tätande gummiduk. Denna metod lämpar sig vid fall då området som behöver repareras är lättåtkomligt samt att stora rörelser inte förväntas i konstruktionen⁹.

Fogar kan också tätas genom diktade fogar, vilket innebär att ett spår sågas upp längs med fogen och fylls med ett elastiskt förseglingsmaterial. Även borrhål som sträcker sig från konstruktionens överyta till dess bas och som fylls med elastiskt material är en tätningsåtgärd som kan användas³.

3 Metod

3.1 INVENTERING

Efter utförd litteraturstudie genomfördes inventering och dokumentation av aktuellt tillstånd hos dilatationsfogar i befintliga dammanläggningar. Inventeringen omfattade typ av fog, relativt läckage, uppskattning av läckagets utbredning, rådande förhållanden vid läget för läckage samt förekomst av ytterligare tecken på åldring och/eller nedbrytning i fogen. Med rådande förhållanden vid läget för läckage avses beskrivning av temperaturförhållanden och djup/vattentryck. Driftpersonalen på plats intervjuades även och eventuella årliga variationer noterades.

Dokumentation utfördes genom en framtagen checklista med en Excelflik per dilatationsfog (se Bilaga A). Tillståndet hos varje fog utvärderades kring relativt läckage med en skala från 1–5 och dokumenterades med foto. skalan har följande gradering:

- 1 - torr fog
- 2 - fuktande partiellt
- 3 - fuktande längs med hela fogen
- 4 - fuktande och vattenflöde
- 5 - kontinuerligt vattenflöde längsmed hela synliga delen av fogen

läckage som kalkutfällningar, humusutfällningar och bitumenläckage antecknades (se exempelbilder i Bilaga O-U). Andra typer av skador som krosskador och frysskador noterades också (se Bilaga V för exempel). I checklistan antecknades även huruvida utrymmet var väderskyddat och/eller uppvärmt.

Inventeringarna genomfördes på 13 olika anläggningar, belägna längs Indalsälven, Ångermanälven och Ljungan. Innan varje inventering bekantade sig rapportförfattarna med hur anläggningen såg ut genom att ta del av ritningar samt vilken typ av dilatationsfog/ar som förekom på anläggningen. På så sätt kunde också checklistan förberedas innan inventeringen för att förenkla datainsamlingen på plats.

Inventeringarna gick praktiskt till så att de inleddes med en kortare intervju med driftpersonalen på plats. Intervjuerna handlade om huruvida de upplevt några årliga variationer gällande läckage i fogarna samt om de upplevt något annat avvikande som hade med dilatationsfogarna att göra. Efter en kortare intervju antecknades vattentemperatur, lufttemperatur och uppströmsmagasinets vattennivå på anläggningen. I nästa steg började inventeringen av tillståndet hos dilatationsfogarna som genomfördes genom att projektgruppen gick från den ena sidan av anläggningen till den

andra så att alla dilatationsfogar kunde inventeras. Vid varje fog gjordes en okulär bedömning av läckage och övriga inspektionsparametrar som skulle bedömas. Det togs även foton på varje fog som senare kunde föras in i fogens Excelflik.

När samtliga 13 anläggningar hade inventerats och datainsamlingen färdigstälts kunde kvantifierbar data analyseras och sammanställas i tabeller för att ge en överblick kring dilatationsfogarnas tillstånd. Med hjälp av de framtagna tabellerna kunde sedan slutsatser dras.

3.1.1 Inventerade anläggningar

Nedan ges en kort beskrivning samt bilder på de 13 anläggningar som inspekterades. Storleken och åldern på anläggningarna varierade.

Anläggning 1 är en klumpdamm med frontplatta av armerad betong som byggdes mellan åren 1939–1942. Vid anläggningen består dilatationsfogarna av enkla bleck. Vid inspektion var 15 fogar inventeringsbara (se Bilaga B).



Figur 4. Anläggning 1. Bild från platsbesök.

Anläggning 2 är en lamelldamm som byggdes år 1942–1944. Vid anläggningen består dilatationsfogarna av enkla bleck. Vid inspektion var elva fogar inventeringsbara (se Bilaga C).



Figur 5. Anläggning 2. Bild från platsbesök.

Anläggning 3 är en lamelldamm som byggdes år 1945–1948. Vid anläggningen består dilatationsfogarna av dubbla bleck med injekteringskanal. Vid inspektion var 56 fogar inventeringsbara (se Bilaga D).



Figur 6. Anläggning 3. Bild från platsbesök.

Anläggning 4 är en lamelldamm som byggdes mellan åren 1933–1936. Vid anläggningen består dilatationsfogarna av enkla bleck. Vid inspektion var 25 fogar inventeringsbara (se Bilaga E).



Figur 7. Anläggning 4. Bild från platsbesök.

Anläggning 5 är en lamelldamm som byggdes under början av 1940-talet. Vid anläggningen består dilatationsfogarna av dubbla bleck. Vid inspektion var 25 fogar inventeringsbara (se Bilaga F).



Figur 8. Anläggning 5. Bild från platsbesök.

Anläggning 6 är en lamelldamm som byggdes mellan åren 1964–1968. Vid anläggningen består dilatationsfogarna av dubbla bleck med injekteringskanal. Vid inspektion var 27 fogar inventeringsbara (se Bilaga G).



Figur 9. Anläggning 6. Bild från platsbesök.

Anläggning 7 är en lamelldamm som byggdes mellan åren 1954–1958. Vid anläggningen består dilatationsfogarna av dubbla bleck med injekteringskanal. Vid inspektion var 46 fogar inventeringsbara (se Bilaga H).



Figur 10. Anläggning 7. Bild från platsbesök.

Anläggning 8 är en lamelldamm som byggdes mellan åren 1949–1954. Vid anläggningen består dilatationsfogarna av dubbla bleck med injekteringskanal. Vid inspektion var 80 fogar inventeringsbara (se Bilaga I).



Figur 11. Anläggning 8. Bild från platsbesök.

Anläggning 9 är en klumpdam med frontplatta av armerad betong som byggdes år 1935–1940. Vid anläggningen består dilatationsfogarna av enkla bleck. Vid inspektion var 38 fogar inventeringsbara (se Bilaga J).



Figur 12. Anläggning 9. Bild från platsbesök.

Anläggning 10 är en lamelldamm som byggdes mellan åren 1945–1948. Vid anläggningen består dilatationsfogarna av enkla bleck. Vid inspektion var 10 fogar inventeringsbara (se Bilaga K).



Figur 13. Anläggning 10. Bild från platsbesök.

Anläggning 11 är en lamelldamm som byggdes mellan åren 1964–1967. Vid anläggningen består dilatationsfogarna av dubbla bleck. Vid inspektion var 11 fogar inventeringsbara (se Bilaga L).



Figur 14. Anläggning 11. Bild från platsbesök.

Anläggning 12 är en lamelldamm som byggdes under slutet på 1960-talet. Vid anläggningen består dilatationsfogarna av dubbelt bleck. Vid inspektion var 8 fogar inventeringsbara (se Bilaga M).



Figur 15. Anläggning 12. Bild från platsbesök.

Anläggning 13 är en lamelldamm som byggdes under 1950-talet. Vid anläggningen består dilatationsfogarna av enkla bleck. Vid inspektion var 16 fogar inventeringsbara (se Bilaga N).



Figur 16. Anläggning 13. Bild från platsbesök.

3.2 DATAANALYS

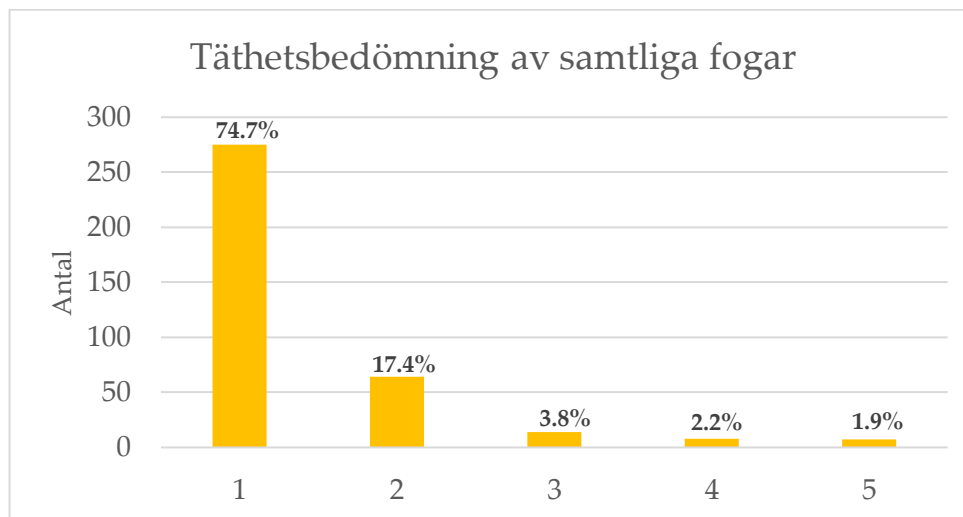
I det tredje steget har resultaten från inventeringen analyserats. Data som har kunnat kvantifierats, i detta fall täthetsbedömning av fogar, har sammanställts i stapeldiagram vilket har gett en överblick kring förekomst av läckage för olika typer av dilatationsfogar. Noteringar från inspektionerna samt en sammanställning av intervjuerna som inte kunnat kvantifieras har i tillägg bidragit till en mer nyanserad bild av den kvantifierade datan.

4 Resultat

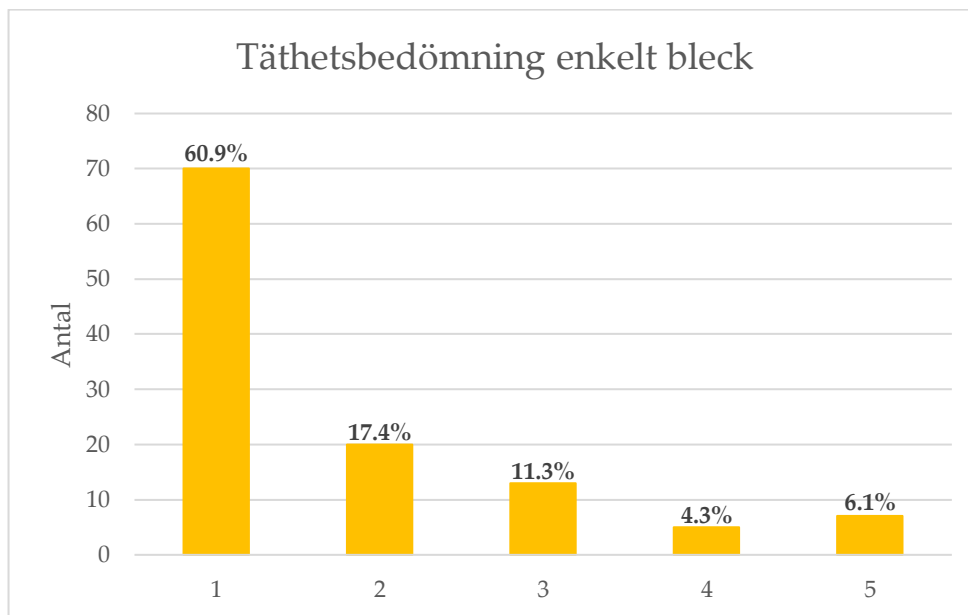
SAMMANSTÄLLANDE TABELLER

I nedanstående tabeller sammanställs de kvantifierbara resultaten från de utförda inspektionerna av dilatationsfogarnas tillstånd för de utvalda anläggningarna. Totalt var det 368 dilatationsfogar som inspekterades och bedömdes. 115 av dilatationsfogarna bestod av ett enkelt bleck, 44 st bestod av dubbla bleck och 209 st bestod av dubbla bleck med injekteringskanal för bitumenpåfyllnad. Resultatet presenteras på olika sätt för att ge en tydlig bild av rådande förhållanden i de inspekterade dilatationsfogarna. I tabellerna framgår täthetsbedömning av läckage oavsett typ av fog, men även täthetsbedömning baserat på fogtyp samt procentuell fördelning av läckage per dilatationsfogstyp.

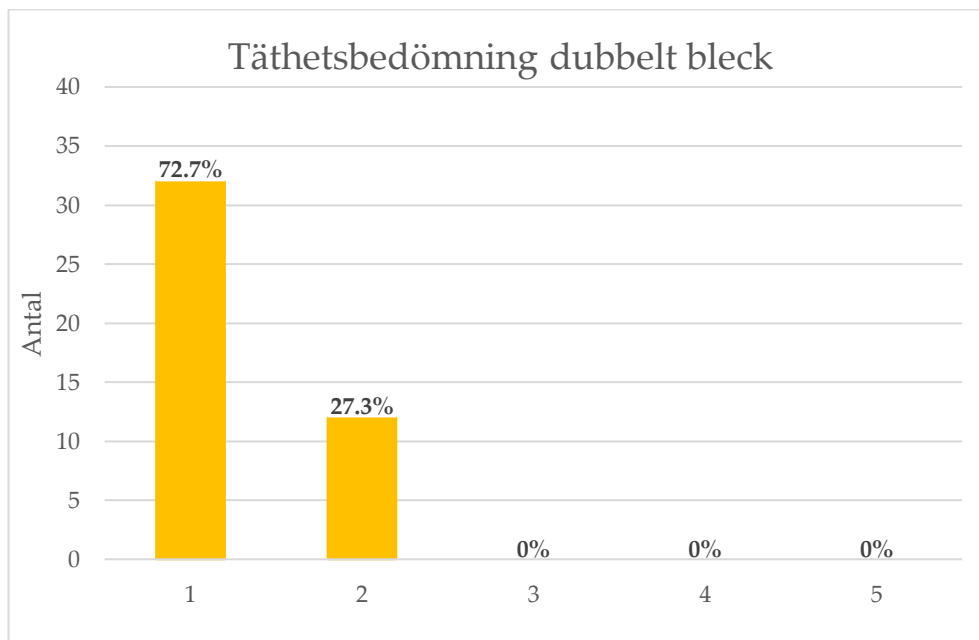
Tabell 1. Procentuell fördelning av täthetsbedömning 1–5 gällande samtliga (368st) dilatationsfogar.



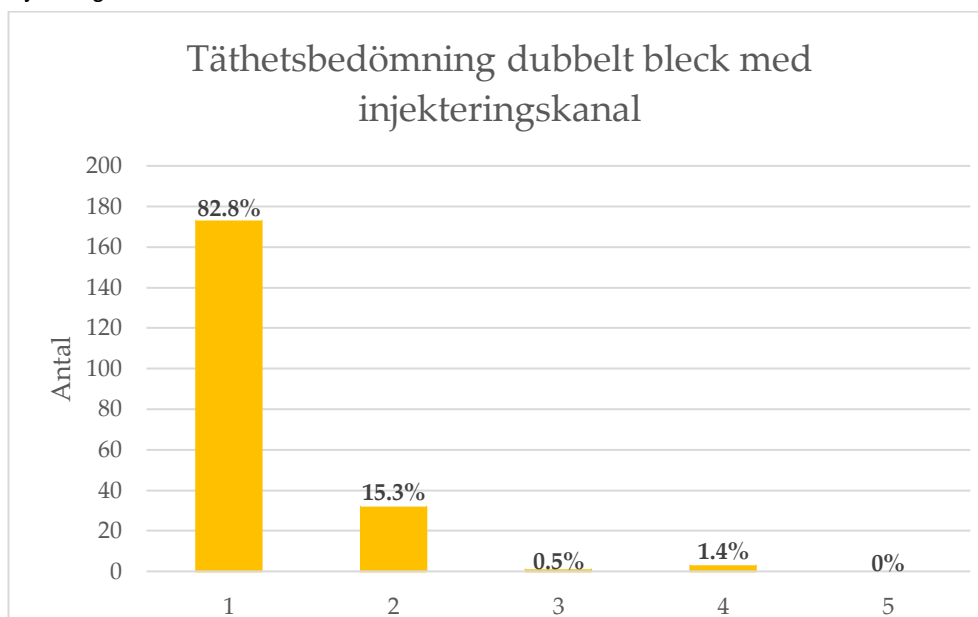
Tabell 2. Procentuell fördelning av täthetsbedömning 1–5 gällande samtliga (115st) dilatationsfogar med enkla bleck.



Tabell 3. Procentuell fördelning av täthetsbedömning 1–5 gällande samtliga (44st) dubbla bleck.



Tabell 4. Procentuell fördelning av täthetsbedömning 1–5 gällande samtliga (209st) dubbla bleck med injekteringskanal.



SAMMANSTÄLLNING AV ÖVRIGA NOTERINGAR

Under inspektionerna har följande noteringar gjorts:

- Dilatationsfogar bestående av enkelt bleck, dubbla bleck och dubbla plåtbleck med injekteringskanal förekommer i ett flertal olika utformningar.
- Dilatationsfogarna är belägna i utrymmen som är: Väderskyddade, ej väderskyddade, uppvärmda, delvis uppvärmda (långt ifrån värmekällan) samt ej uppvärmt.
- Spjälkning- samt krosskador förekommer vid vissa fogar.
- Kalk- och humusutfällningar är vanliga läckage.
- Vanliga åtgärder för att täta fogar till följd av läckage är injektering och epoxitätningar, även sprutbetong har använts vid enstaka fall. Ofta kombineras olika tätningsåtgärder med varandra för att bli av med läckageproblematik.
- Bitumenläckage förekommer i olika grad där bitumenkanal finns.
- Anläggning 6 fyller på bitumen regelbundet. Vid inspektionen fanns det läckage av bitumen uppströms till följd av en för stor påfyllning.
- Respondenten vid anläggning 10 anger att de har problem med bitumenläckage på ett flertal anläggningar.
- Dagens bitumen bedöms ha lägre viskositet än den ursprungliga.
- Ingen märkbar skillnad gällande läckage har noterats vid anläggningar som har bitumenkanal och inte fyller på dem.

Dessa noteringar är svåra att kvantifiera och tas därför enbart upp i diskussionen.

SAMMANSTÄLLNING AV INTERVJUER

När det kommer till erfarenheter kring årliga variationer anger samtliga respondenter att inga årliga variationer har noterats gällande läckage av fogar.

Av de 13 anläggningar som har inspekterats har sex stycken injekteringskanal i dilatationsfogen. Av dessa sex fyller fyra anläggningar på bitumen, några av dessa fyller på regelbundet och vissa mer sporadiskt. På dessa sex anläggningar finns bitumenläckage i olika omfattningar, se figur 17 och 18 nedan. Läckaget upplevs mer problematiskt vid anläggningar där bitumen fylls på då det tenderar att läcka och rinna ut i olika delar av anläggningen. Det som respondenterna lyfter fram gällande bitumen är att den som används idag har en lägre viskositet än den som användes förr, vilket leder till ökat läckage.



Figur 17. Bitumenläckage uppströms dammkropp. Bild från platsbesök.



Figur 18. Bitumenläckage inuti en anläggning. Bild från platsbesök.

5 Diskussion

5.1 METOD

Den metod som har använts i denna inspektion har fungerat som tänkt. En litteraturstudie gav oss rapportförfattare kunskap om dilatationsfogens funktion, utformning och rådande nedbrytningsprocesser. Vidare förbereddes en checklista som medförde att inventeringen kunde genomföras konsekvent på samtliga anläggningar. Inspektionerna och dess intervjuer gav en rad olika data som inte kunde kvantifieras, vilket var svårt att avgöra på förhand. Trots att en del av den insamlade datan inte kunnat kvantifieras bidrar den ändå till ökad förståelse och bör inte ses som något negativt.

5.2 RESULTAT

Under inspektionen inventerades totalt 368 dilatationsfogar. Sammanfattningsvis fick drygt 75% en torr täthetsbedömning från dilatationsfogar, 25% fick en bedömning som visade olika grader av läckage med avtagande procentuell andel ju större läckaget var (se Tabell 1). Det har visats att kalk- och humusutfällning är vanligt förekommande vid läckage och i enstaka fall förekommer även spjälkning- samt krosskador. Majoriteten av fogarna är väderskyddade och av dessa är majoriteten placerade i utrymmen som är uppvärmda. Dessa parametrar har dock inte kunnat kopplas ihop med bristande täthet hos dilatationsfogarna (täthetsbedömning 2–5). Spjälkning- och krosskador har påträffats vid vissa fogar men dessa kan inte heller kopplas ihop till något läckage. Det läckage som noterats kan i stället kopplas mot typ av dilatationsfog och/eller arbetsutförandet då läckage till stor del är kopplat till installationsarbetet¹. Hur väl installationsarbetet är utfört har dock varit svårt att avgöra då plåtblecket i sig och betongen närmast den inte är inventeringsbar.

Om man går in mer i detalj och enbart tittar på statistiken gällande täthetsbedömningen för de olika typerna av bleck, ser fördelningen för enkla bleck ut som så att drygt 61% är torra och 29% läcker i någon utsträckning (se tabell 2). För dubbla bleck är drygt 73% torra och resterande 27% läcker (se tabell 3). Värt att notera för de dubbla blecken är att det inte förekommer något läckage av grad 3–5, utan alla som läcker har täthetsbedömning 2. När det kommer till de dubbla blecken med injekteringskanal är drygt 83% torra medan 17% läcker (se tabell 4). Fördelningen för de som läcker är likt dubbla bleck koncentrerad till täthetsbedömning 2, med undantag för några få procent som är fördelade på bedömning 3 och 4. Den procentuella fördelningen av täthetsbedömningen för varje grupp har sammanställts i tabell 5. I denna

visas det tydligt att enkla bleck har sämre tätningsförmåga än de med dubbelt bleck eftersom majoriteten av antalet läckande fogar som har bedömningen 3–5 är fogar med enkla bleck. Det statistiken indikerar är att enkla bleck tätar sämre än dubbla bleck. Däremot är det intressant att se att dubbla bleck utan injekteringskanal inte skiljer sig allt för mycket mot tätheten hos dem med injekteringskanal. Skillnaden är 10%-enheter i täthet gällande de som är torra men fördelningen av täthetsbedömning är snarlik (se Tabell 3 och 4). En sak som är värd att notera är att totalt 44 fogar med dubbelt bleck har inspekterats medan 209 fogar med dubbelt bleck med injekteringskanal har inspekterats. Hade en lika stor mängd dubbla bleck inspekterats hade en bättre jämförelse kunnat gjorts. Med det sagt tyder statistiken på att det inte är någon större skillnad i täthet mellan dessa två typer.

Det som har framkommit vid intervjuerna hos anläggningar som fyller på bitumen är att viskositeten hos den som används idag är lägre än den ursprungliga. Detta har resulterat i att det lättare läcker genom sprickor och håligheter i anläggningen, inte minst runt fogen. Respondenterna är enade om att det är problematiskt att hantera bitumen på grund av den oreda den skapar i anläggningen. Detta kunde vi notera i anläggningarna då det var synliga läckage vid fogar, gångplaner och vid en anläggning, även uppströms i vattnet.

Statistiken pekar mot att skillnad i täthet mellan dubbelt bleck och dubbelt bleck med injekteringskanal är 10%-enheter för täthetsklass 1. Den fråga man kan ställa sig är om den förbättrade tätheten man uppnår med injekteringskanal är värd besväret. Om man använder sig av dubbelt plåtbleck undviks ett komplicerat moment vid arbetsutförandet som i sig kan utgöra kvalitetsrisker. Man slipper även den efterföljande hanteringen av bitumen som visat sig vara problematisk och som även skapar en belastning på miljön.

Sett ur ett dammsäkerhetsperspektiv är fogarnas täthet och utformning viktiga aspekter att beakta, då reparationer av dilatationsfogar är komplicerade att utföra. Volymen hos bitumen ökar vid varmare temperaturer och om för stor mängd har fyllts på under kalla förhållanden så kan bitumenkanalen bli överfull vilket innebär läckage av bitumen ut i älvvattnet. Detta är en miljörisk som försvinner om en bitumenfylld injekteringskanal inte används.

Detta är parametrar som man bör ta med sig vid val av dilatationsfog då en lösning med injekteringskanal kanske inte passar alla konstruktioner.

6 Slutsatser

De slutsatser vi drar efter denna inventering är:

- Enkelt plåtbleck visar sig vara den typ av dilatationsfog som läcker klart mest och skulle inte rekommenderas som fog vid nybyggnation eller renovering.
- Dubbelt plåtbleck visar sig ha liknande täthet som dubbelt plåtbleck med injekteringskanal.
- Injekteringskanal påverkar inte tätheten i någon större omfattning och är därför inte nödvändig för att uppnå erforderlig täthet.
- Bitumenpåfyllning i redan befintliga injekteringskanaler anses vara överflödigt då det visat sig att det inte krävs för att uppnå erforderlig täthet.
- Ur miljöperspektiv är det positivt att undvika injekteringskanal då bitumen som fyllning i kanalen har negativ miljöpåverkan.
- Genom att inte bygga in injekteringskanal förenklas arbetsutförandet vid byggskedet och därmed minskar risken för fel.

7 Referenslista

1. Stojanović, B. *Skador på och reparationer av dilatationsfogar i dammkonstruktioner. En sammanställning av kunskaper och nationella insatser. (Rapport 10:74)* Elforsk, 2010. (Skador på och reparationer av dilatationsfogar i dammkonstruktioner - PDF Free Download (docplayer.se)) (2023-09-12)
2. Bryne, L-E. Nordström, E. *Betong vid dilatationsfogar – Fältstudie av dilatationsfog i skibord. (Rapport 2022:884)*. Energiforsk, 2022. (<https://energiforsk.se/media/31824/betong-vid-dilatationsfogar-energiforskrapport-2022-884.pdf>) (2023-09-12)
3. Nordström, E., Hassanzadeh, M. *Inblandning av flygaska i vattenbyggnadsbetong. (Rapport 2018:479)*. Energiforsk, 2018. (FULLTEXT01.pdf (diva-portal.org)) (2023-09-12)
4. Fagerlund, G. *Vattenbyggnadsbetong*. Cementa, 1989. <https://lup.lub.lu.se/search/files/5606335/4174583.pdf> (2023-09-12)
5. Rosenqvist, M. *Betongteknikens utveckling och betydelse för svensk vattenkraftsutbyggnad. (Rapport 2018:481)*. Energiforsk, 2018. <https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/25370/betongteknik-ens-utveckling-och-betydelse-for-svensk-vattenkraftsutbyggnadenergiforskrapport-2018-481.pdf> (2023-09-12)
6. Strand, M.J., Westberg Wilde, M., Rosenqvist, M., Janz, M. *Betong för vattenkraftsbyggnad – Strategisk utblick. (Rapport 2020:653)*. Energiforsk, 2020. (<https://energiforsk.se/media/27723/betong-for-vattenkraftsbyggnadenergiforskrapport-2020-653.pdf>) (2023-09-12)
7. *Betong i vattenkraftanläggningar*. AW Grafiska Uppsala, 1991.
8. Rosenqvist, M. *Vägledning för cementinjektering av betongkonstruktioner, Projektering, utförande och kontroll. (Elforsk rapport 11:60)*. <https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/19318/vagledning-for-cementinjektering-av-betongkonstruktioner-elforskrapport-2011-60.pdf> (2024-03-14)
9. Thorsell, P-E. *Fogar och fogreparationer. (Elforsk rapport 04:23)*. <https://energiforskmedia.blob.core.windows.net/media/19414/fogar-och-fogreparationer-elforskrapport-2004-23.pdf> (2024-03-14)

8 Bilagor

Bilaga A. Checklista som använts vid inspektionerna.

Inspektion av dilatationsfogar

Namn på anläggning

Typ av konstruktion



Parametrar	Värde
Datum och tid:	
Väder:	
Lufttemperatur:	
Ytvattentemperatur:	
Monolitnummer:	
Typ av dilatationsfog:	
Vattennivå, bedömt djup/vattentryck:	
Byggår:	
Täthetsbedömning 1-5:	

Närvarande inspektörer

Person 1:	Olof Thune
Person 2:	August Andersson
Person 3:	Kristoffer Andersson

Typ av skada	JA/NEJ
Frys-skada:	
Krosskada:	
Övrigt läckage:	
Väderskyddad	
Uppvärm utrymme	

1. Torr
2. Fukande partiellt
3. Fukande längsmed hela fogen
4. Fukande och vattenflöde
5. Kontinuerligt vattenflöde längsmed hela synliga delen av fogen

Övriga noteringar

Intervju med anläggningsägare/drift, erfarenheter samt årliga variationer

Bilaga B. Anläggning 1.

Inspektion av dilatationsfogar

Namn på anläggning

Typ av konstruktion Klumpdamm



Parametrar	Värde
Datum och tid:	2023-10-27 09.00
Väder:	Mulet
Lufttemperatur:	-4
Ytvattentemperatur:	6
Monolitnummer:	
Typ av dilatationsfog:	Enkelt bleck
Vattennivå, bedömt djup/vattentryck:	273,41
Byggår:	1941
Tätetsbedömning 1-5:	

Närvarande inspektörer
Person 1: Olof Thuné
Person 2: August Andersson
Person 3: Kristoffer Andersson

Typ av skada	JA/NEJ
Frys-skada:	
Krosskada:	
Övrigt läckage:	
Väderskyddad:	
Uppvärm utrymme	

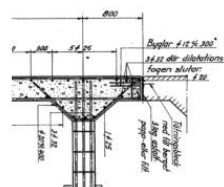
1. Torr
2. Fuktande partiellt
3. Fuktande längsmed hela fogen
4. Fuktande och vattenflöde
5. Kontinuerligt vattenflöde längsmed hela synliga delen av fogen

Övriga noteringar

Dill fog: Plåtbläck, träribba, 3-lager asfalt/filt.

Intervju med anläggningsägare/drift, erfarenheter samt årliga variationer

Inga variationer under året har iakttagits.



Bilaga C. Anläggning 2

Inspektion av dilatationsfogar

Namn på anläggning

Typ av konstruktion Lamelldamm



Parametrar	Värde
Datum och tid:	14.30 18/1 - 24
Väder:	Mulet
Lufttemperatur:	-11,7
Ytvattentemperatur:	0
Monolitnummer:	
Typ av dilatationsfog:	Enkelt block
Vattennivå, bedömt djup/vattentryck:	250,56
Byggår:	1939
Tätetsbedömning 1-5:	

Närvarande inspektörer
Person 1: Olof Thune
Person 2: August Andersson
Person 3: Kristoffer Andersson

Typ av skada	JA/NEJ
Frys-skada:	
Krosskada:	
Övrigt läckage:	
Väderskyddad:	
Uppvärm utrymme:	

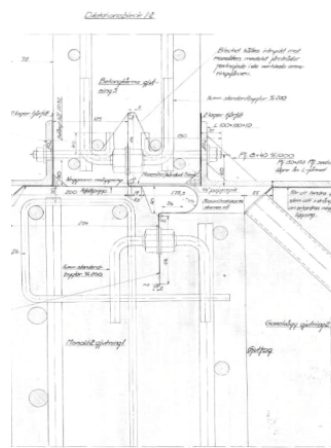
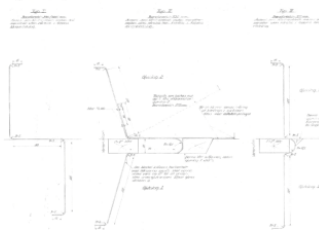
1. Torr
2. Fuktande partiellt
3. Fuktande längsmed hela fogen
4. Fuktande och vattenflöde
5. Kontinuerligt vattenflöde längsmed hela synliga delen av fogen

Övriga noteringar

Det förekommer fyra olika typer av foger i denna anläggning som består av: Z-block och tre olika bockade plåtar. Placering av typ I, II och III framkommer ej.

Intervju med anläggningsägare/drift, erfarenheter samt årliga variationer

Ingen variation har iakttagits.



Bilaga D. Anläggning 3

Inspektion av dilatationsfogar

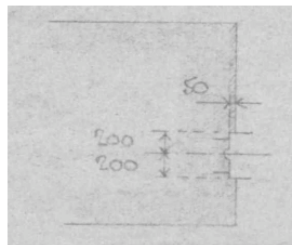
Namn på anläggning

Typ av konstruktion Lamelldämm



Parametrar	Värde
Datum och tid:	2023-11-29
Väder:	mulet
Lufttemperatur:	-4
Ytvattentemperatur:	0
Monolitnummer:	
Typ av dilatationsfog:	Dubbla bleck
Vattennivå, bedömt djup/vattentryck:	316.92 möh
Byggår:	1949
Täthetsbedömning 1-5:	

Närvarande inspektörer
Person 1: Olof Thuné
Person 2: August Andersson
Person 3: Kristoffer Andersson



Typ av skada	JA/NEJ
Frys-skada:	
Krosskada:	
Övrigt läckage:	
Väderskyddad:	
Uppvärm utrymme	

1. Torr
2. Fukande partiellt
3. Fukande längsmed hela fogen
4. Fukande och vattenflöde
5. Kontinuerligt vattenflöde längsmed hela synliga delen av fogen

Övriga noteringar

Dill fog: Dubbel Z-plåt med kanal

Intervju med anläggningsägare/drift, erfarenheter samt årliga variationer

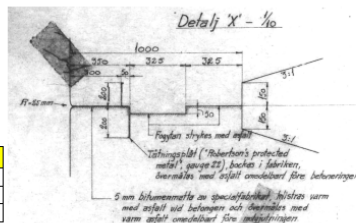
Bitumenkanal finns. Fogar fylls på med jämna intervaller. Inga årliga variationer har noterats

Bilaga E. Anläggning 4.

Inspektion av dilatationsfogar

Namn på anläggning

Typ av konstruktion Lamelldamm



Parametrar	Värde
Datum och tid:	2023/12/20 Kl 08.30
Väder:	Molnfritt
Lufttemperatur:	-6
Ytvattentemperatur:	0
Monolitnummer:	
Typ av dilatationsfog:	Enkelt bleck
Vattennivå, bedömt djup/vattentryck:	203.67
Byggsår:	1932
Täthetsbedömning 1-5:	

Närvarande inspektörer
Person 1: Olof Thune
Person 2: August Andersson
Person 3: Kristoffer Andersson

Typ av skada	JA/NEJ
Frys-skada:	
Kross-skada:	
Övrigt läckage:	
Väderskyddad:	
Uppvärm utrymme	

1. Torr
2. Fukande partiellt
3. Fukande längsmed hela fogen
4. Fukande och vattenflöde
5. Kontinuerligt vattenflöde längsmed hela synliga delen av fogen

Övriga noteringar

Läckage har ökat vid kompressorummet den senaste tiden. Inga direkta årliga variationer sett till läckage. Dil. fog: Z-plåt, asfaltsmålad.

Intervju med anläggningsägare/drift, erfarenheter samt årliga variationer

Bilaga F. Anläggning 5.

Inspektion av dilatationsfogar

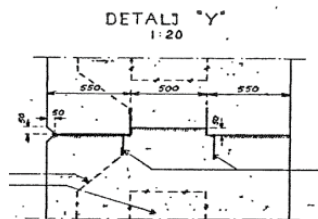
Namn på anläggning

Typ av konstruktion Lamelldamm



Parametrar	Värde
Datum och tid:	23-11-29 14.00
Väder:	mulet
Lufttemperatur:	-3
Ytvattentemperatur:	0
Monolitnummer:	
Typ av dilatationsfog:	Dubbelt bleck
Vattennivå, bedömt djup/vattentryck:	382.23
Byggår:	1944
Täthetsbedömning 1-5:	

Närvarande inspektörer
Person 1: Olof Thuné
Person 2: August Andersson
Person 3: Kristoffer Andersson



Typ av skada	JA/NEJ
Frysskada:	
Krosskada:	
Övrigt läckage:	
Väderskyddad:	
Uppvämt utrymme	

1. Torr
2. Fuktande partiellt
3. Fuktande längsmed hela fogen
4. Fuktande och vattenflöde
5. Kontinuerligt vattenflöde längsmed hela synliga delen av fogen

Övriga noteringar

Dill fog: Dubbel Z-plåt

Intervju med anläggningsägare/drift, erfarenheter samt årliga variationer

Kabelkanal fuktar vid högt vattentillstånd. Ingen årliga variation har noterats förutom det

Bilaga G. Anläggning 6.

Inspektion av dilatationsfogar

Namn på anläggning

Typ av konstruktion Lamelldamm



Parametrar	Värde
Datum och tid:	2024-02-05, Kl. 08.00
Väder:	Klart
Lufttemperatur:	-10
Ytvattentemperatur:	0
Monolitnummer:	
Typ av dilatationsfog:	Dubbla bleck
Vattennivå, bedömt djup/vattentryck:	350.14 m
Byggår:	1964
Täthetsbedömning 1-5:	

Närvarande inspektörer
Person 1: Olof Thune
Person 2: August Andersson
Person 3: Kristoffer Andersson

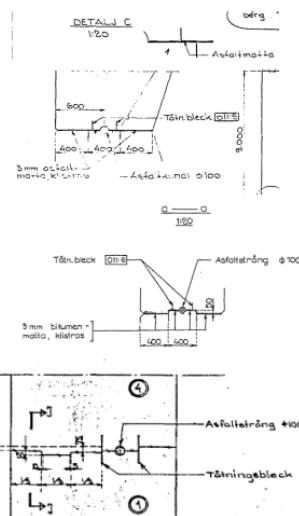
Typ av skada	JA/NEJ
Frysskada:	
Krosskada:	
Övrigt läckage:	
Väderskyddad	
Uppvärm utrymme	

1. Torr
2. Fukande partiellt
3. Fukande längsmed hela fogen
4. Fukande och vattenflöde
5. Kontinuerligt vattenflöde längsmed hela synliga delen av fogen

Övriga noteringar

Fyller på bitumen regelbundet, läckage av bitumen uppströms på grund av för mycket påfyllning av bitumen. Inga säsongvariationer av läckage. Dil. fog: Dubbla Z-bleck och dubbla raka bleck.

Intervju med anläggningsägare/drift, erfarenheter samt årliga variationer



Bilaga H. Anläggning 7.

Inspektion av dilatationsfogar

Namn på anläggning	
Typ av konstruktion	Lamelldamm



Parametrar	Värde	Närvarande inspektörer
Datum och tid:	16/10 14.35	Person 1: Olof Thuné
Väder:	soligt	Person 2: August Andersson
Lufttemperatur:	5	Person 3: Kristoffer Andersson
Ytvattentemperatur:	7	
Monolitnummer:		
Typ av dilatationsfog:	Dubbla bleck m kanal	
Vattennivå, bedömt djup/vattentryck:	223.15 möh	
Byggår:	1953	
Tätetsbedömning 1-5:		

Typ av skada	JA/NEJ	1. Torr
Frys-skada:		2. Fuktande partiellt
Kross-skada:		3. Fuktande längsmed hela fogen
Övrigt läckage:		4. Fuktande och vattenflöde
Vaderskyddad		5. Kontinuerligt vattenflöde längsmed hela synliga delen av fogen
Uppvärmat utrymme		

Övriga noteringar

ku = kalkutfällning, hu = hummusutfällning, bl = bitumenläckage. Dil. fog: Dubbla raka plåtbleck med asfaltskanal.

Intervju med anläggningsägare/drift, erfarenheter samt årliga variationer

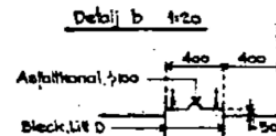
Ingen årliga variation har noterats

Bilaga 1. Anläggning 8.

Inspektion av dilatationsfogar

Namn på anläggning

Typ av konstruktion Lamelldamm



Parametrar	Värde
Datum och tid:	16/10-23, 10:30
Väder:	Soligt
Lufttemperatur:	4,4
Ytvattentemperatur:	5,2
Monolitnummer:	
Typ av dilatationsfog:	Dubbla bleck m kanal
Vattennivå, bedömt djup/vattentryck:	272,68
Byggår:	1953
Täthetsbedömning 1-5:	1

Närvarande inspektörer
Person 1: Olof Thuné
Person 2: August Andersson
Person 3: Kristoffer Andersson

Typ av skada	JA/NEJ
Frysskada:	
Krosskada:	
Övrigt läckage:	
Väderskyddad	
Uppvärm utrymme	

1. Torr
2. Fukande partiellt
3. Fukande längsmed hela fogen
4. Fukande och vattenflöde
5. Kontinuerligt vattenflöde längsmed hela synliga delen av fogen

Övriga noteringar

Dil. fog: Dubbla Z-bleck med injekteringskanal

Intervju med anläggningsägare/drift, erfarenheter samt årliga variationer

Ingen årliga variation har noterats

Bilaga J. Anläggning 9.

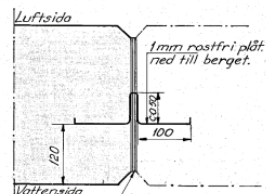
Inspektion av dilatationsfogar

Namn på anläggning

Typ av konstruktion Klumpdamm



Detalj av dilatationsfog 1:5



Dilatationsfog med
3 lager asfaltpapp eller
filt ned till den höjd där
den horisontala armering-
en blir genomgående.

Parametrar	Värde
Datum och tid:	18-jan
Väder:	Mulet/snöfall
Lufttemperatur:	-10
Ytvattentemperatur:	0
Monolitnummer:	
Typ av dilatationsfog:	Enkelt bleck
Vattennivå, bedömt djup/vattentryck:	89,53
Byggår:	1939
Täthetsbedömning 1-5:	

Närvarande inspektörer
Person 1: Olof Thune
Person 2: August Andersson
Person 3: Kristoffer Andersson

Typ av skada	JA/NEJ
Frys-skada:	
Krosskada:	
Övrigt läckage:	
Väderskyddad	
Uppvärm utrymme	

1. Torr
2. Fukande partiellt
3. Fukande längsmed hela fogen
4. Fukande och vattenflöde
5. Kontinuerligt vattenflöde längsmed hela synliga delen av fogen

Övriga noteringar

Uppvärm utrymme. Expoxilagningar förekommer. Dil.fog: Enkelt bleck med 3 lager asfaltspapp

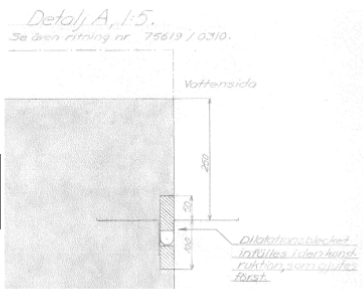
Intervju med anläggningsägare/drift, erfarenheter samt årliga variationer

Ingen årliga variation har noterats

Bilaga K. Anläggning 10.

Inspektion av dilatationsfogar

Namn på anläggning	
Typ av konstruktion	Lamelldamm



Parametrar	Värde
Datum och tid:	2024-02-15 kl 09:00
Väder:	Klart
Lufttemperatur:	-6
Ytvattentemperatur:	0
Monolitnummer:	
Typ av dilatationsfog:	Enkelt bleck
Vattennivå, bedömt djup/vattentryck:	42,679
Byggår:	1948
Tätetsbedömning 1-5:	

Närvarande inspektörer
Person 1: Olof Thune
Person 2: August Andersson
Person 3: Kristoffer Andersson

Typ av skada	JA/NEJ
Frys-skada:	
Krossskada:	
Övrigt läckage:	
Väderskyddad	Ja
Uppvärm utrymme	Ja

1. Torr
2. Fukande partiellt
3. Fukande längsmed hela fogen
4. Fukande och vattenflöde
5. Kontinuerligt vattenflöde längsmed hela synliga delen av fogen

Övriga noteringar
Har problem med bitumen på flertalet övriga stationer. Har haft problem med sprickbildning mellan skibord och pelare som resulterat i läckage vilket åtgärdats med injektering vid fogar. Dil.fog: Enkelt bleck (U-profil)

Intervju med anläggningsägare/drift, erfarenheter samt årliga variationer
Inga årliga variationer har noterats.

Bilaga L. Anläggning 11.

Inspektion av dilatationsfogar

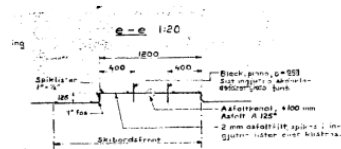
Namn på anläggning

Typ av konstruktion Lamelldamm



Parametrar	Värde
Datum och tid:	2023-11-15
Väder:	Solligt
Lufttemperatur:	-14
Ytvattentemperatur:	1,61
Monolitnummer:	
Typ av dilatationsfog:	Dubbla bleck m kanal
Vattennivå, bedömt djup/vattentryck:	70,98
Byggår:	1968
Täthetsbedömning 1-5:	

Närvarande inspektörer
 Person 1: Olof Thuné
 Person 2: August Andersson
 Person 3: Kristoffer Andersson



Typ av skada	JA/NEJ
Frys-skada:	
Kross-skada:	
Övrigt läckage:	
Väderskyddad	
Uppvärm utrymme	

1. Torr
2. Fuktande partiellt
3. Fuktande längsmed hela fogen
4. Fuktande och vattenflöde
5. Kontinuerligt vattenflöde längsmed hela synliga delen av fogen

Övriga noteringar

Dill fog: Dubbla raka plåtbleck med injekteringskanal

Intervju med anläggningsägare/drift, erfarenheter samt årliga variationer

Enligt driftpersonal sker ingen asfaltspåfyllnad. Vertikalt språng sista fogen, se bild. Ingen årliga variation har noterats

Bilaga M. Anläggning 12.

Inspektion av dilatationsfogar

Namn på anläggning

Typ av konstruktion Lamelldamm



Parametrar	Värde
Datum och tid:	2023-11-15 13.00
Väder:	Molnigt
Lufttemperatur:	-15
Vtvattentemperatur:	6 (runt 0 vid ytan)
Monolitnummer:	
Typ av dilatationsfog:	Dubbla bleck
Vattennivå, bedömt djup/vattentryck:	291,61
Byggår:	1968
Täthetsbedömning 1-5:	

Närvarande inspektörer
Person 1: Olof Thuné
Person 2: August Andersson
Person 3: Kristoffer Andersson

Typ av skada	JA/NEJ
Frys-skada:	
Kross-skada:	
Övrigt läckage:	
Väderskyddad:	
Uppvärmrt utrymme:	

1. Torr
2. Fukande partiellt
3. Fukande längsmed hela fogen
4. Fukande och vattenflöde
5. Kontinuerligt vattenflöde längsmed hela synliga delen av fogen

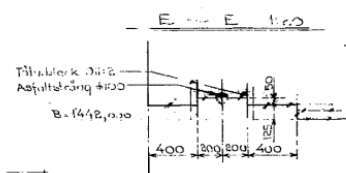
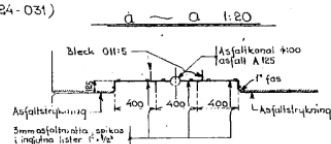
Övriga noteringar

Dill fog: Dubbel plåtbleck & Z-plåt (oklart hur många Z-profiler, framgår ej på ritningar). Ingen asfaltspåfyllning sker enligt driftpersonalen.

Intervju med anläggningsägare/drift, erfarenheter samt årliga variationer

Inga årliga variationer på läckage enligt driften.

84-031)



Bilaga N. Anläggning 13.

Inspektion av dilatationsfogar

Namn på anläggning	
--------------------	--

Typ av konstruktion	Lamelldamm
---------------------	------------



Parametrar	Värde
Datum och tid:	06-feb
Väder:	växlande molnighet
Lufttemperatur:	-14
Ytvattentemperatur:	0
Monolitnummer:	
Typ av dilatationsfog:	Enkelt bleck
Vattennivå, bedömt djup/vattentryck:	22.93
Byggår:	1955
Täthetsbedömning 1-5:	

Närvarande inspektörer	
Person 1:	Olof Thune
Person 2:	August Andersson
Person 3:	Kristoffer Andersson

Typ av skada	JA/NEJ
Frysskada:	
Krosskada:	
Övrigt läckage:	
Väderskyddad	
Uppvärmrt utrymme	

1. Torr
2. Fuktande partiellt
3. Fuktande längsmed hela fogen
4. Fuktande och vattenflöde
5. Kontinuerligt vattenflöde längsmed hela synliga delen av fogen

Övriga noteringar

Uppvärmrt utrymme. Epoxilagningar förekommer.

Intervju med anläggningsägare/drift, erfarenheter samt årliga variationer

Ingen årliga variation har noterats

Bilaga O. Täthetsbedömning 1



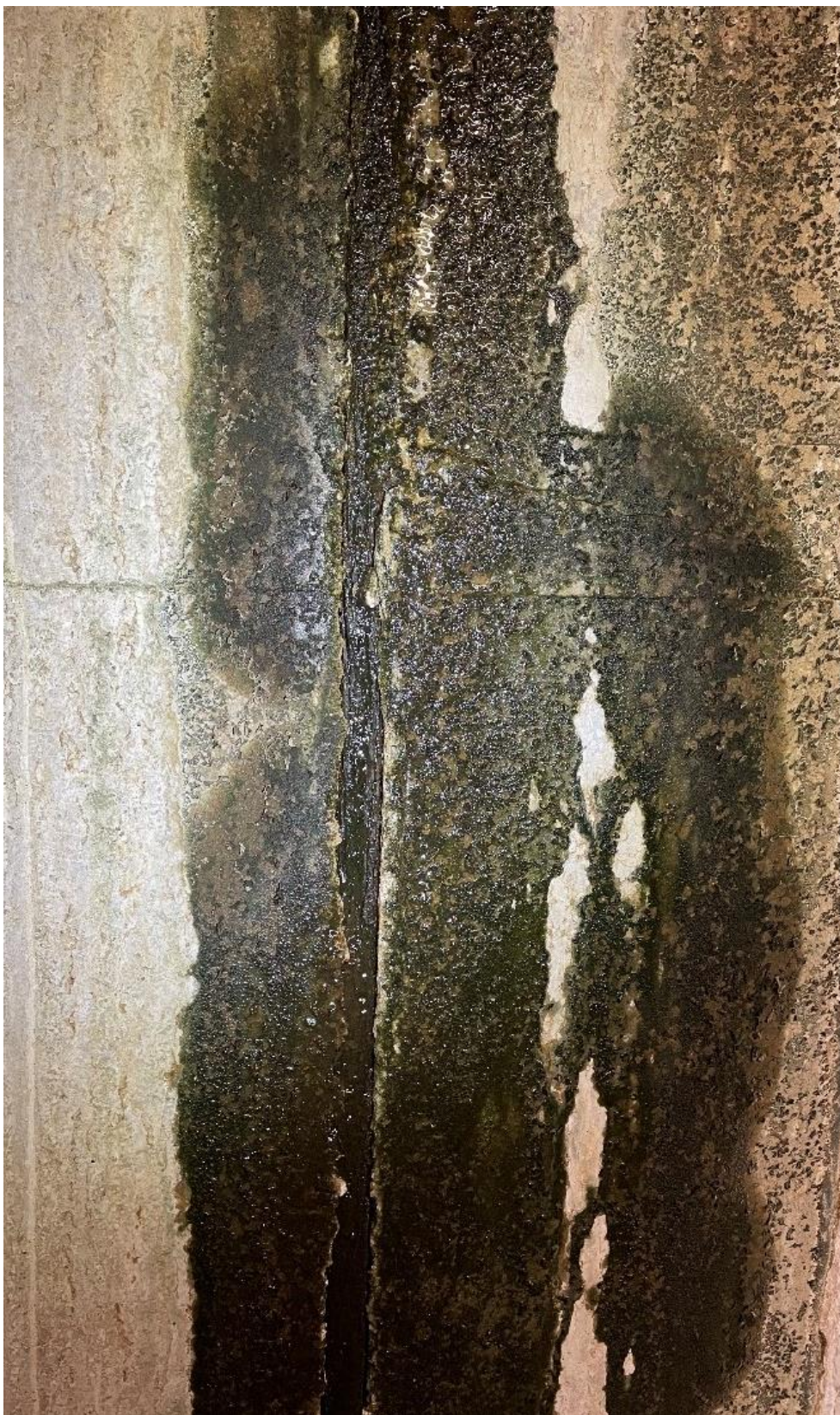
Bilaga P. Täthetsbedömning 2



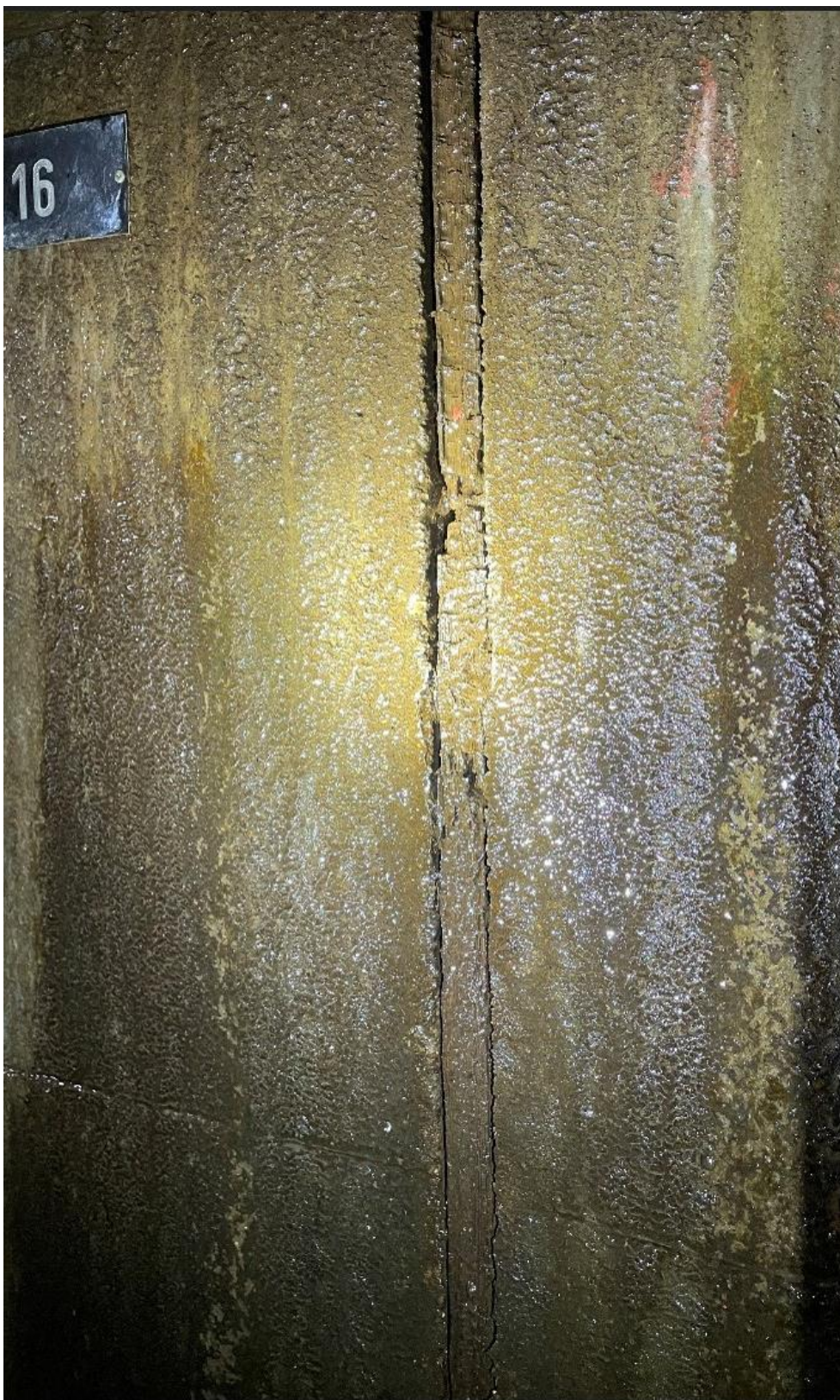
Bilaga Q. Täthetsbedömning 3.



Bilaga R. Täthetsbedömning 4.



Bilaga S. Täthetsbedömning 5.



Bilaga T. Kalkutfällning



Bilaga U. Humusutfällning



Bilaga V. Krosskada



INVENTERING AV TILLSTÅNDET HOS DILATATIONSFOGAR

Läckage vid dilatationsfogar i dämmande konstruktioner är ett vanligt problem som saknar förvaltningsstrategier. Ett första steg för att ta fram dessa strategier är att inventera tillståndet hos befintliga dilatationsfogar av olika typer och jämföra deras beständighet med varandra.

Här redovisas resultaten av en inventering gällande tillståndet hos dilatationsfogar av olika typer vid 13 anläggningar. Tre olika typer av dilatationsfogar bestående av plåtbleck har inventerats och jämförts. Därefter har kvantifierbar data sammanställts och använts som underlag för att jämföra de olika typerna med varandra.

Ett nytt steg i energiforskningen

Forskningsföretaget Energiforsk initierar, samordnar och bedriver forskning och analys inom energiområdet samt sprider kunskap för att bidra till ett robust och hållbart energisystem. Energiforsk är ett politiskt neutralt och icke vinstutdelande aktiebolag som ägs av branschorganisationerna Energiföretagen Sverige och Energigas Sverige, det statliga affärsverket Svenska kraftnät, samt gas- och energiföretaget Nordion Energi. Läs mer på energiforsk.se.

