



**RESTAURATIEBEHOEFTE  
VAN  
DE LEIEN DAKEN  
VAN HET  
STADHUIS  
OP DE MARKT  
VAN GOUDA**

Amsterdam, 18 oktober 2022

drs Jeroen C. van Rhijn, MSc

(geoloog en bodemchemicus)

gesteente-expertisebureau Rockview  
Weteringschans 135  
1017 SC Amsterdam

+31 (0)20 – 427 55 55

[info@rockview.nl](mailto:info@rockview.nl)

[www.rockview.nl](http://www.rockview.nl)

VOL-VCA  
NEN 3140

Opdrachtgever: Gemeente Gouda te Gouda  
Nummer van de laatste pagina: blad 13 van 13

## INHOUDSOPGAVE

|     |                                                                |                |
|-----|----------------------------------------------------------------|----------------|
| 1   | Doelstelling en korte toelichting                              | blad 3 van 13  |
| 2   | Methode van onderzoek                                          | blad 3 van 13  |
| 2.1 | Opname van de staat van de leien                               | blad 3 van 13  |
| 2.2 | Opname van de staat van de bevestigingsmiddelen                | blad 6 van 13  |
| 2.3 | Petrografisch onderzoek naar resterende levensduur en herkomst | blad 6 van 13  |
| 3   | Geïnspecteerde dakvlakken en bemonsterde leien                 | blad 8 van 13  |
| 4   | Resultaten                                                     | blad 8 van 13  |
| 4.1 | Wijze van dekken en herkomst van de leien                      | blad 8 van 13  |
| 4.2 | Opname staat van de dekking en restauratiebehoefte             | blad 8 van 13  |
| 4.3 | Petrografisch onderzoek resterende levensduur en herkomst      | blad 10 van 13 |
| 5   | Conclusies en aanbevelingen                                    | blad 11 van 13 |
|     | Bijlage: nummering van de geïnspecteerde dakvlakken            | blad 12 van 13 |



## 1 Doelstelling en korte toelichting

De doelstelling van dit onderzoek is de bepaling van de restauratiebehoefte van de natuurleien dakbedekking van het Stadhuis op de Markt in Gouda..

De restauratiebehoefte wordt bepaald door de verwachte resterende levensduur van de leien in een dakvlak en door de staat van de bevestigingsmiddelen.

Wanneer de staat van een dakvlak “goed” is met een resterende levensduur groter dan 40 jaar, is er geen sprake van een restauratiebehoefte; wanneer de verwachte levensduur echter minder dan 5 jaar bedraagt (staat van de dekking is “slecht”), is er well sprake van een urgente restauratiebehoefte. Tussen de 5 en 40 jaar (staat van de dekking is dan “matig”) kan gekozen worden voor per direct vervangen, of voor uitstellen tot over circa 10 (of wellicht meer) jaar.

De restauratiebehoefte wordt voor ieder dakvlak afzonderlijk bepaald. In dit geval betekent dit het noordwestelijk en zuidoostelijk dakvlak en de leien daken van de torentjes.

De verwachte resterende levensduur van een dekking wordt bepaald door de staat van de leien waarin zij zich op het moment van de opname bevinden, en die van de bevestigingsmiddelen, zoals in onderhavig geval de rvs leihaken.

.

## 2 Methode van onderzoek

Dit onderzoek is uitgevoerd in de volgende 3 fasen:

- fase 1: opname van de staat van de leien en de bevestigingsmaterialen
- fase 2: petrografisch onderzoek naar de resterende levensduur en herkomst
- fase 3: vervaardigen rapportage

De eerste 2 fasen worden hierna volgend nader toegelicht.

### 2.1 Opname van de staat van de leien

De visuele inspectie, c.q. opname is door onderzoeker uitgevoerd op de regenachtige 20 september 2022 in aanwezigheid van de heer Koudstaal (Van Hoogevest Architecten). Ondanks het feit dat in beide dakvlakken in totaal achttien dakkapellen aanwezig zijn, zijn de dakvlakken wegens de aanwezigheid van technische ruimten, c.q. techniek op de zolder niet vanuit één dakkapel te benaderen. Om deze reden is de inspectie uitgevoerd vanuit een hoogwerker (zie foto 1).



Foto 1:

Overzichtsfoto noordwestelijk dakvlak vanuit de hoogwerker.

De leien hebben links een groene was door algengroei en in de dekking zijn licht en donker geleurde leien door elkaar aanwezig.

Bij de visuele beoordeling van de staat van een leien dekking worden de volgende verschijnselen en aspecten onderzocht:

- 1) de hardheid van de leien
- 2) de mate van onderverwerking
- 3) de mate van afschilferen en afbladderen
- 4) de aanwezigheid van barsten en breuken in leien
- 5) de hoeveelheid verweringsgevoelige ijzer-zwavelverbindingen
- 6) de hoeveelheid gapers in de dekking
- 7) de hoeveelheid reparatieleien

ad 1) de hardheid van leien

De hardheid van de leien wordt onderzocht door stevig op een aantal leien te tikken met een bot metalen steenbeiteltje. De hardheid van leien is bijna het belangrijkste criterium voor de beoordeling van de staat van de leien.

Wanneer de leien hard zijn laat deze handeling nauwelijks tot geen sporen na en is een helder geluid te horen. Naarmate de leien zachter zijn geworden ten gevolge van veroudering door de inwerking van het weer (= verwerking), maakt het beiteltje steeds diepere putten in het leioppervlak; in (zeer) zachte leien ontstaat door deze handeling een gat door-en-door.

Leien verouderen en worden met verloop van tijd zachter, doordat zij "delamineren". Hierbij ontstaan eerst aan boven- en onderzijde zones waarin parallel aan deze zijden onthechting plaats vindt. Vervolgens gaat de delaminatie door tot in het centrum van de leien, die dan "op" zijn en zo spoedig mogelijk moeten worden vervangen.

Naarmate de leien intensiever verwerken, neemt de mate van delaminatie sterk toe en daarmee hun hardheid af. Leien die zacht zijn geworden en een sterke mate van delaminatie vertonen worden wel eens met bladerdeeg vergeleken, maar zijn feitelijk zo zacht als (vochtig) karton. Het verouderen is een zichzelf versterkend proces, waardoor de snelheid van het ontstaan van delaminatie steeds groter wordt naarmate de lei ouder wordt; vocht kan immers steeds dieper in de leien doordringen, waardoor de verwerking niet alleen aan de buitenzijden optreedt, maar ook binnenin de leien.

## ad 2) de mate van onderverwering

“Onderverwering” is een term die door ons gehanteerd wordt voor de mate van aanwezigheid van schilferig materiaal aan de onderzijde van de leien. Dit materiaal dwarrelt onder de (droge!) leien vandaan wanneer zij met de platte kop van het beiteltje worden beklopt. Doordat de onderzijde van de leien veel langer vochtig blijft dan het niet overdekte zichtvlak van de leien, treedt ten gevolge van de inwerking van dit vocht op het materiaal aan de onderzijde van leien veelal een sterkere vorm van degradatie op, en dus van delaminatie, dan het geval is bij de bovenzijde, het niet overdekte zichtvlak, dat veel sneller aan de lucht kan drogen. De mate van onderverwering geeft dus informatie over de mate van degradatie aan de onderzijde van de leien.

## ad 3) de mate van afschilferen en afbladderen

Ten gevolge van de inwerking van het weer wordt het oppervlak van leien langzamerhand instabiel: er kunnen zich schilfers vormen die makkelijk van het leioppervlak, bijvoorbeeld met een vingernagel, zijn te verwijderen. Niet alle soorten leien zijn gevoelig voor de vorming van schilfers naarmate zij ouder worden, maar leien die hier wel gevoelig voor zijn tonen dit verschijnsel zeer duidelijk.

## ad 4) de aanwezigheid van barsten en/of breuk

Barsten of breuk kunnen het gevolg zijn van gesteentekundige eigenschappen en/of de veroudering van leien, maar kunnen ook het gevolg zijn van een te strakke wijze van aanbrengen in een jonge dekking, waarin de leien nog niet zijn verouderd. Hiervan is in onderhavig geval echter geen sprake.

Breuk kan ook optreden ten gevolge van mechanische belasting van de dekking (belopen, druk/puntbelasting van ladders, afgewaaide boomtakken, herstellingen aan voetlood, beugels van de bliksembeveiliging en dergelijke).

## ad 5) de aanwezigheid van verweringsgevoelige ijzer-zwavelverbindingen

In veel soorten leien komen ijzer-zwavelverbindingen voor als insluitsels. In de mineralogie worden zij “sulfiden” genoemd. Niet alle ijzer-sulfiden zijn even gevoelig voor de inwerking van het weer: kubusvormige, hoogglanzende, messing-gele kristallen van het mineraal pyriet zijn goed bestand tegen verwering en worden niet zacht. De ijzer-sulfiden marcasiet en pyrrhoyhien zijn daarentegen wel verweringsgevoelig en verroesten tot een zachte, bruine substantie, waardoor gaten door-en-door in de leien kunnen ontstaan. Zeer fijn verdeelde roestende ijzer-sulfiden kleuren een grijze lei (oranje)bruin. Dit kan ook plaatselijk in een lei aanwezig zijn.

ad 6) de hoeveelheid gapers in de dekking

“Gapers” zijn plaatsen in de dekking waar de leien niet mooi vlak op elkaar liggen. Zij zijn niet het gevolg van de veroudering van de leien, maar door de wijze waarop zij zijn aangebracht en/of door de vorm van het dakbeschot, dat door veroudering soms plaatselijk is gaan doorzakken en hierdoor een golvend oppervlak heeft verkregen, of door de vorm van het gedekte vlak zelf, bijvoorbeeld in geval van een koepel. Gapers kunnen zoveel mogelijk worden voorkomen door de leien goed uit te sorteren en bij het dekken slim gebruik te maken van de dikteverschillen.

ad 7) de hoeveelheid reparatieleien

Naarmate een dekking veroudert en er steeds meer zachtere en gebroken leien in de dekking ontstaan, kunnen deze gerepareerd worden met nieuwe leien. Veel reparatieleien duiden op een goed onderhouden, maar (sterk) verouderd dak.

## 2.2 Opname van de staat van de bevestigingsmiddelen

Bij de visuele beoordeling van de staat van de bevestigingsmiddelen wordt gekeken naar het materiaal en de aard van de bevestigingsmiddelen; ijzeren haken en nagels verroesten, waardoor zij materiaal verliezen en daardoor niet meer hun functie kunnen vervullen en van roodkoperen haken kan na verloop van tijd de bek gaan uitbuigen.

## 2.3 Petrografisch onderzoek naar resterende levensduur en herkomst

Een petrografisch onderzoek wordt uitgevoerd om de herkomst van de leien vast te stellen, of te verifiëren. Omdat Rockview al meer dan 30 jaar petrografisch onderzoek doet aan leien met verschillende herkomst, beschikt dit bureau over een grote referentiecollectie, waarmee de resultaten van het petrografische onderzoek van leien met onbekende of onzekere herkomst worden vergeleken.

Daarnaast geeft het petrografische onderzoek van verouderde leien belangrijke informatie over de mate van veroudering, met name de delaminatie. Deze informatie is, naast de hardheid van de leien in kwestie, noodzakelijk om tot een besluit te komen wel of niet tot (partiële) vervanging over te moeten gaan.

Het petrografische onderzoek is een klassieke onderzoeksmethode uit de geologie, waarbij circa 20  $\mu$  (= micrometer; 1 mm = 1.000  $\mu$ ) dunne preparaten van gesteente in doorvallend wit gepolariseerd licht worden bestudeerd met gebruikmaking van een polarisatie-microscop. Bij deze geringe dikte zijn de meeste mineralen doorzichtig, waardoor zij kunnen worden gedetermineerd en wordt de interne structuur, ofwel de textuur, van het gesteente vastgesteld. Een dunne doorsnede is een glazen plaatje van 48 mm lang en 28 mm breed en 2 mm dik, waarop het op dikte geslepen preparaat is gemonteerd en is afgedekt met een dun dekglasje. Het op dikte slijpen verleent ook wel de naam “slijpplaatje” aan het preparaat.

Wanneer de leimonsters onder vacuüm worden geïmpregneerd met een kunsthars waaraan een fluorescerend pigment is toegevoegd, kunnen de hiervan, loodrecht op boven- en onderzijde van de lei, vervaardigde dunne doorsneden tevens onderzocht worden in doorvallend blauw-violet licht. Op plaatsen waar de hars kon doordringen, gaat deze groen fluoresceren. Hierdoor worden de open structuren in de onderzochte leien zichtbaar gemaakt. Dit zijn in verouderde leien veelal parallel aan de boven- en onderzijde van de leien verlopende vlakken waarlangs het materiaal onthecht is. In de dunne doorsneden zijn deze vlakken als fluorescerende banen zichtbaar (zie paragraaf 4.3).

De combinatie van beide technieken is het “petrografische en fluorescentie-onderzoek”. Omdat onderzoek naar de poriënstructuur en/of open structuren doorgaans onderdeel uitmaakt van het microscopische onderzoek, wordt dit kortweg het “petrografische onderzoek” genoemd.

Voor dit onderzoek zijn 5 dunne doorsneden van leien uit de dekking van het Goudse Stadhuis vervaardigd (zie paragraaf 3).

De microscoop die voor dit onderzoek is gebruikt is de Jenapol van Carl Zeiss, een polarisatie-fluorescentie-microscoop met vergrotingsfactoren van 16x, 32x, 100x, 200x en 500x. Met deze microscoop kunnen dus dunne doorsneden achtereenvolgens in doorvallend wit en violet licht worden bestudeerd (zie foto 2).

De microfoto is vervaardigd met de Optika B5 microscopcamera, aangesloten op een laptop voor de opname van microfoto's.



Foto 2:

Microscopopstelling van Rockview.

Rechts de polarisatie- fluorescentie microscoop Jenapol van Carl Zeiss, voorzien van de Optika B5 microscopcamera, aangesloten op een laptop ten behoeve van digitale microfotografie.

Links van de Jenapol een opvallend licht binoculair en links daarvan de Jenalabpol van Carl Zeiss voor onderzoek van (gepolijste) preparaten.

### 3 Geïnspecteerde dakvlakken en bemonsterde leien

Zoals voornoemd in paragraaf 2.1 is de inspectie van het zuidoostelijke en noordwestelijke dakvlak en van de torentjes vanuit een hoogwerker uitgevoerd.

Ten behoeve van het petrografische onderzoek is uit het zuidoostelijke dakvlak drie reeds loszittende schilfers van de leien bemonsterd en uit het noordwestelijk dakvlak zijn twee monsters genomen door van twee uit de dekking genomen leien een hoekje af te zagen.

De drie leimonsters uit het zuidoostelijke dakvlak zijn als volgt genummerd: 220815-ZO-1 t/m 220815-ZO-3 en de twee leimonsters van het noordwestelijke dakvlak 220815-NW-1 en 220815-NW-2.

Van ieder leimonster is ten behoeve van het petrografische onderzoek loodrecht op boven- en onderzijde een dunne doorsnede vervaardigd, voorzien van het monsternummer.

## 4 Resultaten

### 4.1 Wijze van dekken en herkomst van de leien

De leien van de twee grote daken en de torentjes zijn aangebracht in een Maasdekking, en zijn aangebracht met ongepatineerde rvs haken.

Het petrografische onderzoek aan de vijf leimonsters uit de dekking heeft aangetoond dat de leien inderdaad afkomstig zijn uit Wales, en wel uit groeves Ffestiniog en Gloddfa, beide boven elkaar in Oakely Mountain, zoals tijdens de opname reeds werd vermoed.

De leien met afmetingen 35 x 20 cm op het zuidoostelijke dakvlak en de torentjes verkeren in een opvallend betere staat dan die op het noordwestelijk vlak (zie paragrafen 4.2 en 4.3). en hebben afmetingen van 35,5 x 18 cm. Dit zijn inch-maten, waarin de Engelse leien, en dus ook die uit Wales, tot omstreeks 1997 werden geleverd; daarna werden zij volgens het metrische stelsel geleverd; een hele omschakeling voor het UK..

Dat betekent dat de leien van het zuidoostelijke dakvlak na 1997 moeten zijn geleverd. Navraag bij Lei Import heeft dit bevestigd: zij zijn in 2001 in metrische maten – centimeters dus – geleverd.

In het voorjaar van 2011 is groeve Ffestiniog gesloten en wordt dit jaar weer heropend.

### 4.2 Opname staat van de dekking en restauratiebehoefte

Zie de Bijlage voor de codering van de twee dakvlakken. De rvs leihaken verkeren in prima staat.

De beoordeelde verschijnselen en aspecten zijn in de hierna volgende tabel als volgt gekwantificeerd:

|                                             |    |                                    |
|---------------------------------------------|----|------------------------------------|
| <b>Hardheid</b>                             | ++ | (zeer) hard                        |
|                                             | +  | redelijk hard; wel verouderd       |
|                                             | -- | zeer zacht, bijna als karton: "op" |
| <b>Onderverwering</b>                       | ++ | (zeer) veel                        |
|                                             | +  | matig                              |
|                                             | -  | weinig                             |
| <b>Schilfers (oppervlak)</b>                | +  | vrij veel                          |
|                                             | -  | weinig                             |
|                                             | 0  | geen                               |
| <b>Breuk / gebroken</b>                     | -  | een enkele gebroken lei            |
|                                             | 0  | geen                               |
| <b>Sulfiden (ijzer-zwavel verbindingen)</b> | ±  | vrij weinig                        |
|                                             | +  | opvallend veel                     |
| <b>Gapers</b>                               | -  | nauwelijks aanwezig                |
|                                             | +  | vrij veel                          |
| <b>Reparaties</b>                           | 0  | geen, of een enkele (uitzondering) |
| <b>Staat</b>                                | ++ | zeer goed                          |
|                                             | -  | slecht                             |
|                                             | -- | zeer slecht                        |

**RBH = restauratiebehoefte** periode in jaren waarin of waarna de leien moeten worden vervangen

| dak-vlak | hel-ling ° | hard-heid | onder-verwe-ring | schil-fers | breuk   | sulfi-den | ga-pers | repara-ties | staat    | restau-ratie-behoefte | op-mer-king | mon-ster  |
|----------|------------|-----------|------------------|------------|---------|-----------|---------|-------------|----------|-----------------------|-------------|-----------|
| ZO       | 60         | ++        | -                | - tot 0    | - tot 0 | ±         | -       | 0           | ++       | >40 jaar              | geen        | 1, 2 en 3 |
| NW       | 60         | + tot --  | + tot ++         | +          | -       | ± tot +   | +       | 0           | - tot -- | <5 jaar               | herdekt     | 1 en 2    |

De staat van de leien van de torentjes komt geheel overeen met die van het zuidoostelijke dakvlak, waardoor ook hun restauratiebehoefte >40 jaar bedraagt.

#### 4.3 Petrografisch onderzoek naar resterende levensduur en herkomst

Het petrografische onderzoek is een specialistisch soort onderzoek, waarin louter vakjargontermen worden gebruikt voor de beschrijving van de interne structuur, ofwel de textuur van een gesteente – in dit geval leisteen – en voor de beschrijving van de mineralen waaruit het gesteente is opgebouwd. Een petrografische beschrijving van leisteen is dan ook alleen door ingewijden in de gesteentekunde te begrijpen. Ten behoeve van de leesbaarheid wordt hier de petrografische beschrijving dan ook achterwege gelaten.

Dit petrografische onderzoek van de vijf leimonsters uit de dekking heeft enerzijds het bepalen van de mate van delaminatie van de lei tot doel en anderzijds de verificatie van de sterk vermoede herkomst van de leien, zoals reeds besproken in paragraaf 4.1

Uit dit petrografische onderzoek is gebleken dat de leien inderdaad afkomstig zijn uit groeves Ffestiniog en Gloddfa, beide boven elkaar in Oakely Mountain in noord Wales, UK.

De drie monsters van het zuidoostelijke dakvlak vertonen geen enkele vorm van degradatie in de vorm van delaminatie. Slechts plaatselijk is een enkel ijzer-sulfidekorreltje aanwezig (zie foto 3), soms iets geroest, maar zonder nadelige gevolgen voor de duurzaamheid van de lei.

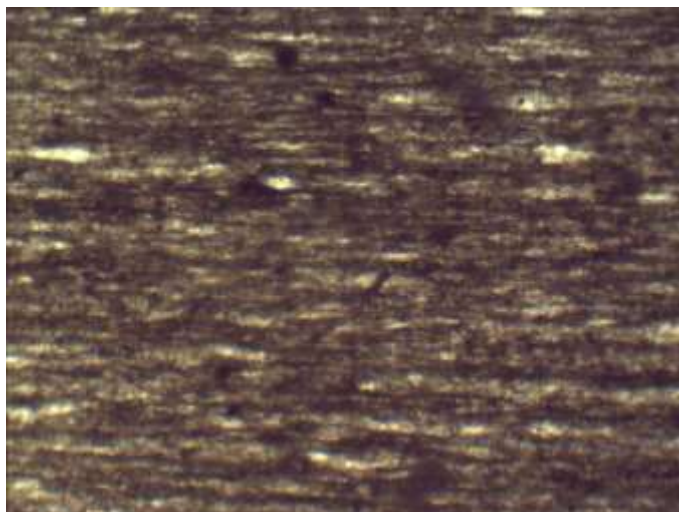


Foto 3:  
Microfoto. Parallel licht. Hoogte foto = 0,6 mm. Ffestiniog-leimonster 220815-ZO-2 uit het zuidoostelijke dakvlak.

Dit is het midden van de dikte van de lei. Een volledig in tact lei-maaksel zonder enige vorm van delaminatie. In het midden bovenin twee uiterst kleine korreltjes van ijzer-sulfide, zonder roestvorming. Hie- en daar een kort schuin stokje van het mineraal epidoot. De lei is parallel aan de lengte van de foto te splijten.

In grote tegenstelling tot de drie leimonsters uit het zuidoostelijke dakvlak verkeren de leien uit het noordwestelijke dakvlak, die veel zachter zijn – tot ernstig zacht – ten gevolge van een ver gevorderd stadium van delaminatie, in combinatie met de vorming van gaten en schilfers. Foto 4 is het fluorescentiebeeld van het midden van de dikte van het zachte leimonster 220815-NW-1, waarin een gat aanwezig is (niet in het microscooppreparaat) en tot in het midden van de lei sterk is gedelamineerd.

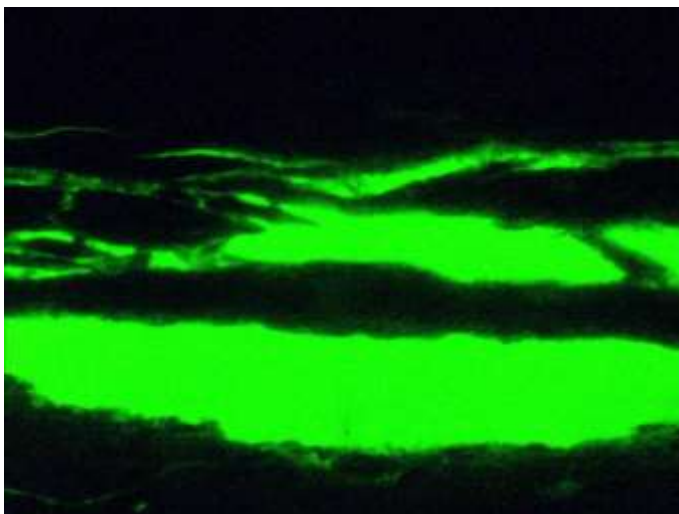


Foto 4:

Microfoto. Fluorescentiebeeld. Hoogte foto = 0,6 mm. Ffestiniog lei-monster 220815-NW-1 uit het noordwestelijk dakvlak.

Dit is het midden van de dikte van dit sterk gedelamineerde monster. Door de delaminatie is ruimte ontstaan in het leimaaksel, waardoor daarin de groen fluorescerende hars kon indringen. Alles wat zwart is op de foto is lei-materiaal dat nog aan elkaar vast zit, maar dan wel als “losse” scholletjes. Een typisch voorbeeld van een lei die “op” is.

## 5 Conclusies en aanbevelingen

De belangrijkste conclusie van dit onderzoek naar de restauratiebehoefte van de leien van het Stadhuis op de Goudse Markt is het feit dat de leien van de torentjes en het zuidoostelijke dakvlak in goede staat verkeren en dat zij pas na ruim 40 jaar (wellicht 70 jaar) hoeven te worden vervangen en dat de leien van het noordwestelijke dakvlak binnen 5 jaar moeten worden vervangen. Mag ook 7 jaar zijn, maar ze zijn grotendeels “op” en zijn vrij spoedig aan vervanging toe. Bij voorkeur in combinatie met andere werkzaamheden waar ook een steiger bij noodzakelijk is.

Op zo een relatief klein object (in vergelijking met bijvoorbeeld de naburige Sint Jan) is dit een uiterst groot contrast, dat heeft geleid tot het doen van navraag naar wanneer het zuidelijke dak en de torentjes zijn gedekt.

Dit inhomogene beeld van de dekking van het noordwestelijke dakvlak is typerend voor een zogenoemd “herdekt” dak, bestaande uit leien die gerooid zijn tijdens een grootscheeps dakherstel en waarbij de leien die toen nog in redelijke staat verkeerden, of althans in een staat die nog te goed was voor de puinbak, zijn uitgesorteerd en hergebruikt op één of twee daken. In onderhavig geval is het logisch aan te nemen dat in 2001 – het jaar waarin de leien voor het zuidoostelijke dakvlak zijn geleverd – het noordwestelijke dakvlak is herdekt met leien die toen nog te goed waren voor de puinbak. Wellicht een staaltje van “Hollandse zuinigheid”, maar de leien van dit dakvlak hebben toch nog zeker 25 jaar dienst gedaan.

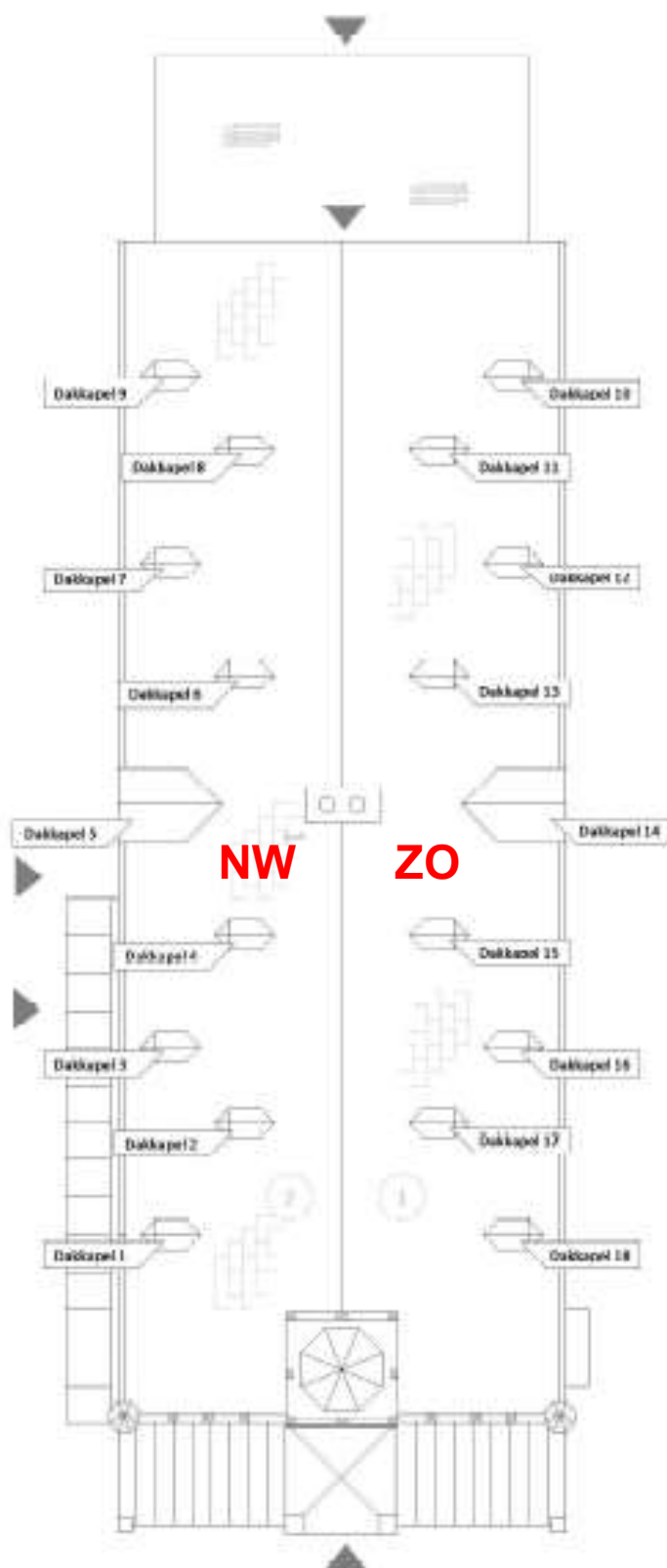
Nu de groeve Ffestiniog, na sluiting in 2011, dit jaar weer wordt heropend, is het mogelijk te adviseren het noordwestelijke dakvlak binnen – zeg – zeven jaar te vervangen met Ffestiniog leien met dezelfde blauwgrijze kleur als de reeds aanwezige Ffestiniogs.

Als vanzelfsprekend moeten de daken van het Stadhuis regelmatig (jaarlijks?) worden gecontroleerd, en waar nodig plaatselijk gerepareerd. Hierbij moet het noordwestelijke dakvlak met de grootste voorzichtigheid worden behandeld, teneinde onnodige schades aan de leien met lekkages tot gevolg te voorkomen.-----

Bijlage:

codering van de geïnspecteerde dakvlakken





**NW** = noordwestelijk dakvlak met dakkapellen 1 t/m 9  
**ZO** = zuidoostelijk dakvlak met dakkapellen 10 t/m 18