

## **BAKSTEEN**

### **Verwerking van steen onder invloed van vochtveranderingen en oplosbare zouten.**

Veel steensoorten bestaan uit een aan elkaar gekitte deeltjes. Tussen die deeltjes blijven gangetjes en holten over ( poriën) waar water in vloeibare vorm doorheen kan stromen 'o.m. capillaire werking'

Het water zal zich in de regel verplaatsen naar een plek waar het verdampt, waarbij het steeds de voorkeur vertoont voor de warme kant.

Op reis door de steen neemt het water allerlei oplosbare stoffen met zich mee, stoffen die bestanddelen van de steen zelf kunnen zijn zoals bij kalkgebonden steen, of stoffen die in de steen komen door luchtverontreiniging.

Wanneer het water verdampt, blijven de door het water mee gevoerde stoffen ( zouten) achter aan de oppervlak laag en vindt er daar een concentratie plaats van zouten. Ze vormen de bekende 'poes' of 'salpeter'.

Ergers is, dat die zouten daar niet gewoon blijven zitten, maar uitzetten wanneer het vochtiger wordt. Zij zijn hygroscopisch, d.w.z. ze trekken water naar zich toe teneinde in evenwicht te blijven met de vochtigheid in de omgeving. Daarbij vormen zij steeds grotere kristallen die bij dat groeiproces enorme grote druk gaan uitoefenen op de wanden aan de poriën in de steen. Bij dat kristalliseringsproces kan druk optreden van enige honderden atmosferen.

### **Zouten**

- Zwavelverbindingen, meestal afkomstig vanuit luchtverontreiniging waarin zwaveldioxide.
- Nitraten afkomstig van dierlijke afvalproducten en soms luchtverontreiniging.
- Chloriden, reactieproducten van zoutzuur, zeezout, wegzout of urine.
- Carbonaten uit het bouw materiaal zelf, of uit reiniging ontstaan en/of achtergebleven.

## **AANTASTING VAN METSELWERK**

### **De volgende metselwerken zijn gevoelig voor vocht:**

- Leklijsten
- Versnijdingen
- Afzaten
- Cordonlijsten
- Rollagen en vlechtwerken
- Schouderstukken en gevel beëindigingen.
- Ezelsruggen.

- Achter overhellend metselwerk.

#### **Aantasting van metselwerk door:**

- Geen goten.
- Verstopte goten en ontvangers.
- Opspatten van lekwater ter plaatse van het maaiveld.
- Door slechte afwatering van het terrein.
- Hydrofobering. Oude muren en andere muren met spleten, gaten en oplosbare zouten lenen zich niet voor hydrofobering, het vocht dat in deze scheuren en gaten dringt kan niet snel genoeg verdampen. Hierdoor wordt tijdens vorstperioden schade toegebracht aan de muurwerken.
- Het bestrijden van optrekkend vocht. Hierbij wordt de muur onderbroken met waterdicht materiaal, waardoor het hemelwater (zakwater) op de horizontale barrières blijft staan. Zijn de muurwerken achter overhellend naar binnen gemetseld, dan ontstaat er ook schade aan de binnenzijde van de muurwerken. Zijn er tevens oplosbare zouten aanwezig dan zullen die zich gaan verzamelen boven de barrières die in de muurwerken zijn aangebracht.
- Horizontale en verticale scheuren in de muurwerken te injecteren met een mortel die harder is dan de muurwerken zelf, hierbij wordt dan de waterhuishouding in de muurwerken verstoord.
- Gevelreiniging met water onder druk: het water wordt in de zachte kalkmortel gestuwd.
- Reparaties aan muurwerken met materiaal dat niet aangepast is aan het omgevende werk ( te harde baksteen en/of voegwerk) waardoor horizontale barrières in het metselwerk ontstaan.
- Mos- en algengroei die voorkomen op muurwerken die gevoelig zijn voor vocht. Door deze mossen en algen blijven de muurwerken nog vochtiger.
- De voegmortel die onvoldoende is aangedrukt, hierdoor ontstaat ruimte tussen de voegspecie en de mortel tussen de bouwstenen, waardoor een ophoping van vocht kan ontstaan.
- Muurwerken die verweerd zijn waarbij de muur niet vlak is afgesleten. Op de vooruitstekende gedeelten steen blijft water staan.
- Door begroeiing op of dicht bij de muurwerken.
- Door dichtzetting van ventilatieopeningen van spouwmuren en bij de veren van gevelankers, die openingen zorgen voor droging van balkkoppen.

#### **Wind.**

- Door schurende werking van meegevoerde stof- en zanddeeltjes kunnen zachte murenwerken en voegen naar binnen toe afnemen.
- Bij lucht verhardende kalkmortels zijn de voegen aan de buitenzijde meestal beter versteend dan tussen de bouwstenen.

### **Zouten.**

- Als water onttrokken wordt door verdamping wat aan of bij het oppervalk plaats vindt, gaan zich kristallen vormen. Door hun zwelling veroorzaken deze oplosbare zouten schade aan de muurwerken.
- De zouten brengen alleen schade aan bij voortdurende veranderingen van temperatuur en vochtigheid.

### **Zetting en scheurvorming.**

- Door gebreken aan de fundering.
- Door te zware belasting ( zijdelingse druk) van de kapconstructie, dakbedekking en gewelven op de muurwerken.
- Door trillingen van verkeer, het luiden van klokken en vliegtuigen.
- Door ongelijke zetting van de bodem.
- Door aantasting van schimmels en houtverniers aan de koppen van de trekbalken, waardoor de muurankers geen dienst meer doen.

### **Klimop en bomen.**

- Klimop, hoe schilderachtig ook, is in staat met zijn wortels ware verwoestingen aan te richten.
- Muurwerken die met lucht verhardende mortels zijn gemetseld krijgen de meeste schade.

### **REINIGEN VAN MUURWERKEN.**

- Door gritstralen. 'oppervlakte beschadigingen- patineerlaag wordt veelal verwijderd'
- Door zandstralen. 'idem'
- Door zure schoonmaakmiddelen.
- Zelfs door de muren te reinigen met schoon water kan er na verloop van tijd zoutuitslag gaan optreden.

### **ROESTWERKING.**

- Door ijzeren doken.
- Door blinde muurankers, deze ankers kunnen ware verwoestingen aanrichten.
- Door diefijzers.
- Door ijzeren balken die voorkomen in de jonge bouwkunst.

### **INGRIJPEN VAN DE MENS.**

Door een onjuiste detaillering.

## **OORLOG EN AARDBEVING.**

Tijdens oorlogsgeweld en aardbevingen kan er schade toegebracht zijn aan een gebouw. Veelal zijn die reparaties met een te sterke mortel hersteld.

Bij het opnemen van een gebouw voor een restauratie plan is het nodig om zoveel mogelijk gegevens te verzamelen over eventuele zetting en scheurvorming in muurwerken en gewelven.

## **HERSTEL MUURWERKEN.**

Herstel aan metselwerken kan bestaan uit reparaties of uit vernieuwingen.

Bij reparaties zal het steeds noodzakelijk zijn er op toe te zien, dat het nieuwe werk in technisch opzicht een eenheid wordt met het bestaande. Daaronder is te verstaan dat zijn mechanische eigenschappen, bestandheid tegen druk, eventueel trek, elasticiteit en uitzettingscoëfficiënt gelijk zijn aan het omgeven werk.

Wordt hier tegen gezondigd, dan zal het nieuwe werk zich op den duur van het oude werk gaan onderscheiden en eventueel schade veroorzaken.

## **INBOETEN.**

Tijdens het inboeten van verweerde gevels is het van belang dat de nieuwe baksteen en metselmortel een eenheid wordt met het bestaande werk.

Worden grote gedeelten van de muurvlakken vervangen dan moet men rekening houden met de verankering van het nieuwe metselwerk aan het bestaande metselwerk.

Die verankeringen kan men verkrijgen door de stenen dieper in de muurvlakken in te boeten .bv.  $\frac{1}{2}$ , 1,  $1\frac{1}{2}$  of 2 steens diep.

## **SCHARREREN.**

Muurwerken die oneffenheden vertonen kunnen gescharreerd worden, door met een beitel de oneffenheden voorzichtig weg te hakken.

Dit mag alleen gedaan worden als het vermoeden bestaat dat in de nieuwe situatie, door bevriezing, schade kan optreden.

## ***METSELWERK AAN DE BOVENZIJDEN BESCHERMEN TEGEN INDRINGEN VAN VOCHT.***

Voor dit doel zijn verschillende materialen en producten van toepasbaar zoals:

- Een bedekking met natuurleien.
- Met platen natuursteen.
- Een bedekking met gebakken tegels.
- Met koperbekleding.
- Met zinkbekleding
- Met loodbekleding
- Met houten delen ( Western red cedar)

### **Verwerking van deze materialen.**

De natuurleien kunnen aangebracht worden in een mortellaag of op houten delen.

Bij natuursteen moeten de doken en koppelankers van r.v.s. of monumentenbrons zijn.

Wordt een metalen bekleding toegepast dan moet men rekening houden met ventilatie in verband met condensvorming. De eventuele condensvorming tast de materialen aan de onderzijde aan.

Lood, koper en zink zoveel mogelijk met klampen vastzetten.

Als lood, koper of zink toegepast wordt op topgevels dan zouden de felsenaden onder een hoek van ca. 20 ° aangebracht moeten worden, zodat het lekwater direct op het dakschild wordt afgevoerd.

## ***MORTELS***

In het algemeen zijn bij metselwerk twee verschillende bestanddelen te onderscheiden, namelijk stenen en bindmiddel dat hen tot één geheel verenigt. Soms blijft het laatste achterwege en worden stenen, zoals men zegt koud op elkaar gestapeld.

Als grondstof voor de bereiding van mortel komen hoofdzakelijk in aanmerking: kalk, tras, portlandcement en zand.

### **Leemmortel.**

Leemmortel is de eenvoudigste mortel, die met water wordt verdund tot metselmortel. Deze mortel werd vroeger bij boerderijen toegepast. Tevens is deze mortel ook veel gebruikt waar het metselwerk aan het vuur is blootgesteld, zoals schoorstenen en steenovens.

### **Spaarkalk.**

Spaarkalk bestaat uit een mengeling van leem en kalk.

### **Schelpkalk.**

Deze kalk wordt zoals de naam al aanduidt, uit schelpen verkregen. De schelpen worden in een overgebrand bij ca. 900 °C. en daarna direct droog geblust. Doordat in de schelpkalk verontreinigingen zoals kleideeltjes worden mee gebrand kan deze kalk licht hydraulisch worden.

### **Steenkalk.**

Steenkalk ( kluitkalk) wordt verkregen door het branden van koolzure kalksteen. Zuivere steenkalk kan alleen verharderen, wanneer ze aan de lucht wordt blootgesteld, dus niet onder water.

Kalkmelk en kalkwater ontstaan door meer water aan de gebluste kalk toe te voegen.

Kalkgesteenten, die met klei en leem zijn verontreinigd, leveren een z.g. hydraulische kalk, die ook onder water versteent. Doornikse kalk b.v. is een hydraulische kalksoort.

### **Mergelkalk.**

Van Mergelsteen kan men ook kalk branden maar dan moet de mergelsteen voor ca. 65 % uit kalk bestaan.

### **Tras.**

Tras is gemalen tufsteen. De hydraulische eigenschappen van tras ontstaat slechts te samen met kalk en/of cement.

## ***GRONDSTOFFEN VOOR DE BEREIDING VAN MORTELS.***

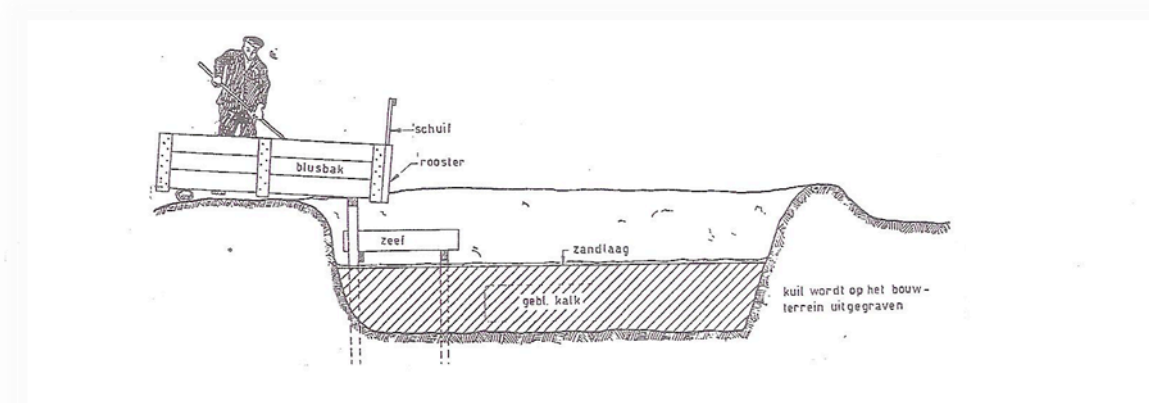
Hardsteen geeft luchtkalk.

Schelpen, geeft zwak hydraulische kalk

Doornikschesteen, geeft hydraulische kalk.

De harde steensoorten zoals marmers leveren de beste kalk.

In volgorde: Marmer – Gewone kalksteen – Mergel – Schelpen.



### **Gips.**

Gips brandt men van gipssteen ( zwavelzure kalk) en maalt het daarna tot poeder. Het wordt gebruikt voor plafonds. Aan gips wordt kalk toegevoegd, omdat gips alleen te snel verhardt.

### **Zand.**

Zeer belangrijk bij de samenstelling van mortel is zand. Het komt voor als rivierzand, duinzand en heide- of bergzand.

Voor metselwerk is rivierzand, ook wel scherpszand genoemd, het meest geschikt.

Duin- en heidezand, ook wel klapzand geheten, is minder geschikt, omdat het dikwijls vervuild is door takjes en andere plantaardige stoffen. Terwijl het tevens door zijn fijnheid het toetreden van lucht die voor verharding van de mortel noodzakelijk is, belemmert.

Zand is een verschrallingsmiddel.

### ***BENAMINGEN VAN MORTELS.***

Mortel uit kalk en zand	'kalkmortel'
Mortel uit kalk en tras	'sterke trasmortel'
Mortel uit kalk, tras en zand	'bastaardtrasmortel'
Mortel uit portlandcement en zand	'portlandcementmortel'
Mortel uit portlandcement en kalk	'portlandcement kalkmortel'
Mortel uit portlandcement en tras	'portlandcement-trasmortel'
Mortel uit portlandcement, kalk en tras	'portlandcement-kalk-trasmortel'

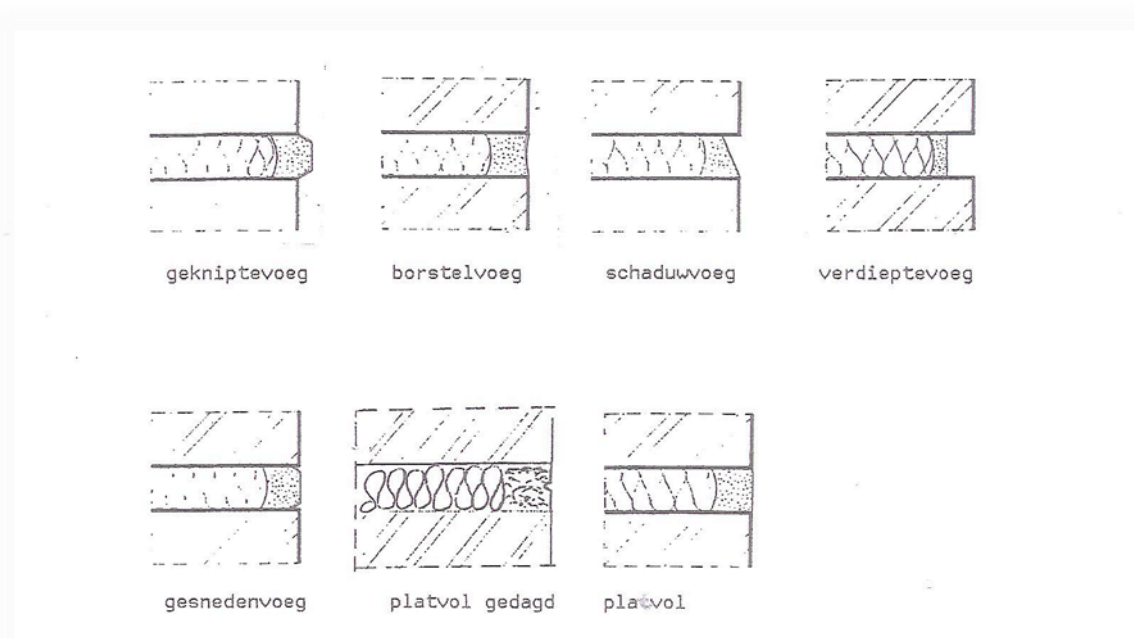
## **VOEGWERK.**

In het oude metselwerk komen de volgende voegen voor:

Platvol en platvol gedagd.

Gesneden voegen en met daggestreep

### **Typenvoegen.**



## **MORTELS.**

De Grieken zagen kans om een soort hydraulische toeslag te maken en wel door een bepaald soort aarde van Santorin met kalk te mengen.

De Romeinen ontdekten de puzzolaanaarde ( vulkanische as) die met kalk een echte hydraulische mortel oplevert. Deze aarde een tufachtig materiaal werd in grote hoeveelheden bij het plaatsje Puzzoli, vlak bij Napels gevonden.

Sinds de 19<sup>e</sup> eeuw vervaardigt Tubag ( firma in Duitsland) uit het vulkanische deel van de Duitse Eifel producten voor de bouw. Rheinische tras is fijn gemalen tufsteen uit de voor Eifel.



Tras bindt niet zelfstandig af, de hydraulische eigenschappen van tras ontstaat slechts met kalk en/of cement.

#### **ENKELE VOEGMORTELS.**

- ½ voldeeltras, 1 voldeelkalk, 2½ voldelen zand. Zand bestaat uit graf metsel- en bergzand. De korrelgrootte van het zand 1 tot 4mm, of ¼ van de voegbreedte.
- 2 voldelen tras-kalk, 4 schelpkalk, 8 bergzand en 2 Sibculo of Lievelder zand.
- 1 voldeel schelpkalk en 2 ½ voldelen zand. Deze mortel zou eerst in de rot gezet moeten worden, zodat de kalkpitten zich kunnen mengen met de rest van de mortel.
- 1 voldeel schelp- en/ of steenkalk en 2 ½ voldelen zand. Op de 10 liter van deze mortel één liter tras toevoegen.
- 1 voldeel Billerbeck kalk, ½ voldeeltras, 2 voldelen fijn zand en 2 voldelen grofzand. 'Dit is voegmortel uit Duitsland'
- 1 voldeel tras-kalk en 3 voldelen zand. 55% - 45%. Circa 10 % van deze mortel kan vervangen worden door schelpkalk om de kleur van de voegen lichter te maken.
- 1 voldeel tras-cement, 2 voldelen tras-kalk, 2 voldelen schelpkalk en als verschraling 10 zand.
- Schelp- of kluitkalk met marmermeel als verschraling, 18<sup>e</sup> en 19<sup>e</sup> eeuws voegwerk met stootvoegen van 1 tot 2 mm.
- Kant en klare voegmortel van de Firma Jahn te Brielle. Deze mortel is volgens opgave zoutbestendig.
- Kant en klare voegmortels van de Firma Tubag in verschillende mengsels. Toe te passen afhankelijk van het gesteente.

#### **VERVANGING VAN OUD VOEGWERK.**

De aandachtpunten zijn:

Zijn aan het gebouw goten aanwezig.

- Bestaan de muren uit bak- of natuursteen.
- Is de baksteen en of natuursteen hard of zacht.
- Zijn in de muurwerken oplosbare zouten aanwezig.
- Is het een bv. een toren van een kerk of en boerderijmuur.
- Is het bindmiddel van de mortelnaden tussen de bouwstenen van cement, kalk, of tras kalk, of leem.

- Hoe groot is de korrelgrote van het zand.
- Wat is de kleur van de voegen.
- Welk type voeg is aanwezig.
- Is het wel voegwerk of is het vol metselwerk en of met een daggestreep!

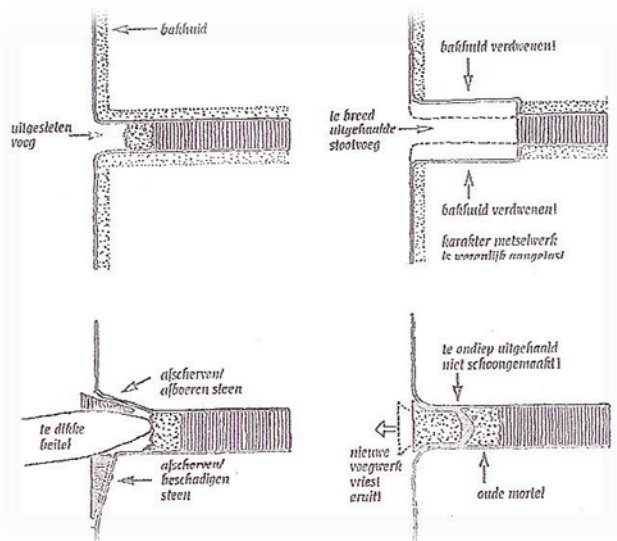
Na deze onderzoeken kan de samenstelling van de voegmortel worden bepaald. De nieuwe voeg, mag nooit harder zijn dan zijn omgeving. Om de kleur van de voegen goed te kunnen bepalen moeten er altijd enkele voegmonsters op de muurwerken aangebracht worden.

Maar ook:

- Is het bestaande voegwerk in het verleden vervangen.
- Is dit te ondiep of te onvoorzichtig verwijderd.
- Is gebruik gemaakt van de juiste mortel.
- Is de mortel voldoende aangedrukt geweest.
- Is de mortel niet te snel gedroogd geweest.
- Heeft de mortel de juiste kleur.

### Om goed voegwerk te maken is de ondergrond van groot belang.

Als oud voegwerk wordt vervangen dan moet dat ten minste 2½ cm. uitgehakt of uitgezaagd worden, zodat de nieuwe voeg een goede hechting krijgt aan de bouwstenen en de mortel tussen de bouwstenen.



Goede resultaten bij het uithakken verkrijgt men als eerst in het midden van de voeg een sleuf wordt gezaagd. Hierdoor komt er ruimte voor de weg te hakken onder- en bovenkanten van de voegen. De kans op het afboeren van de steen kan met deze methode beperkt blijven.

Indien de muurwerken geïmpregneerd zijn dan moet men na het uithakken van de voegen vaststellen of de steen en de metselmortel zuigend zijn. Wanneer dit niet het geval is dan moet

men zo diep uithakken tot dat er zuiging aanwezig is.

Het gescheurde metselwerk kan hersteld worden door het aanbrengen van r.v.s. staven in de voeg en deze te verlijmen met een 2 componentenlijm. Daarna kan men de voeg aanbrengen.

Scheuren kan men ook herstellen met een mortel op de juiste kleur en kapotte stenen kan men repareren met een op kleur gemaakte mortel.

Grotere stukken kunnen beter vervangen worden in nieuwe bijpassende stenen.

Een enkele steen is altijd in te boetten.

De mortel moet goed worden aangedrukt, ook de stootvoegen.

### ***SCHOONMAKEN VAN MUREN.***

***Muren die gerepareerd zijn zouden niet schoongemaakt moeten worden met zoutzuur.***

Ondanks het goed spoelen met water zullen er nog resten van het zoutzuur in de muurwerken achterblijven. Een omzetting van deze resten in zouten veroorzaakt een sneller verwerking van de gevel.

Reinigen van de muurwerken dient dan ook uitsluitend met schoon water en een goede borstel of bezem plaats te vinden.

Stomen is vaak wenselijk met aangepaste druk en heet water. Hierdoor wordt slechts de toplaag gereinigd en blijft de patina van de steen volledig behouden.

Met hoge druk spuiten is verboden, het water dat in de muur gespoten wordt heeft een hele lange tijd nodig om te verdampen.

### ***Voorzorgsmaatregelen.***

Aangezien luchtkalk- en traskalkmortel langzaam afbindt, dienen voorzorgsmaatregelen zoals het afzeilen van de muurwerken of steiger getroffen worden. Afzeilen voorkomt te snelle uitdroging van de mortel dan wel het uitspoelen van de mortel. Ondanks dat de muurwerken zijn afgezeild moet het nieuwe voegwerk regelmatig bevochtigd worden. Bij winderig weer, droogt de voeg vaak sneller dan met warm, zonnig weer. Te snelle uitdroging doet de nieuwe voeg verbranden, met gevolg dat de kwaliteit zeker met 50 % terug gaat.

### ***Nog even dit....***

Of muren nu wel of niet wit uitslaan van kalk, het is in feite zoals een metselaar uit Amsterdam het verwoordt.

Een goede metselaar smet niet, dat is een muurvarken....

© Wim Jansen.

Steenderen, oktober 2012