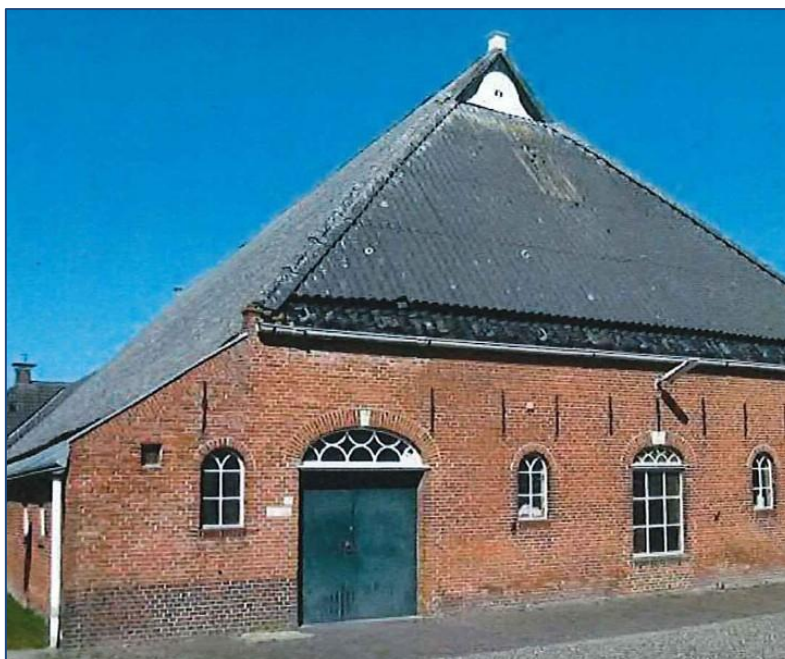


Duurzaam Herstel en Versterking van Woningen in Groningen

Hoofdstuk 10 GROTE GEBINTEN SCHUUR

Na de aardbevingsproblematiek en de afbouw van de aardgasproductie



Abstract:

Seismische versterking van de grote gebintenschuur vereist een andere aanpak dan woningen, omdat het van oorsprong een veel meer flexibele constructie is dan woningen. Er zitten geen etagevloeren of binnenmuren in en de schuine dakdiafragma's kunnen ook niet aan de schuurmuren rondom verbonden worden. De stijfheden van het dak en de perimeter muren zijn daarvoor te verschillend. Voor het behouden van deze grote gebouwen zijn andere overwegingen van toepassing dan voor woonhuizen. In een aantal van de schuren zijn woonruimtes gemaakt, reden waarom ze dan aan de eisen van woningen moeten voldoen.

Kernwoorden o.a.:

Baksteen, dakconstructie, dakraam, dakvorm, diafragma, duurzaam, gebinten, gevel, isoleren, hoofdstructuur, metselwerk, schoorsteen, schuur, seismisch versterken, veiliger maken, verbouwen, verduurzamen.



Door: Sjoerd Nienhuys
Bouwkundig, seismisch ingenieur
Juli 2023

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	2
10.0. Introductie.....	3
10.1. Eerst dilateren, dan herstellen.....	4
10.2. Loskoppelen van kopgebouw.....	6
10.3. De muren moeten losgekoppeld van het schuurdak.....	8
10.4. Schematische constructie gebinten structuur.....	11
10.5. De kopgevels voor en achter.....	13
10.6. Berekening van alleen de hoge muur.....	17
10.7. De grote deuren aan de kopzijde.....	18
10.8. Lange lage zijmuren vervangen.....	20
10.9. Versterking van gebinten en spanten.....	23

Voorwoord.

De Grote Gebinten Schuren hebben vaak honderden jaren geschiedenis, maar met de veranderde veeteelt- en landbouwtechnieken dienen ze vaak als opslag en werden veelal slecht onderhouden. Het onderhoud van deze gebouwen is pas relevant wanneer die gebouwen een economisch rendabele functie hebben zoals atelier, bedrijfsruimte of woonruimte. Bij een aantal schuren die aan een kop-gebouw zijn verbonden zijn deze schuren dan ook ingericht als woonruimte, waarbij sommige met gemetselde muren.

Deze inbouw aanpassingen leveren vaak problemen op met de stijfheidsverschillen tussen het oude dak en de nieuwe inbouw. Het verstijven van het oude dak met beplating is zelden een goed idee, het loskoppelen tussen de schuurdelen en het stijve metselwerk is beter. De binnenzijde kan ook met HSB worden uitgevoerd en de dakconstructie kan daaraan gekoppeld worden, maar dan zal het oude dak toch meestal flexibeler blijven dan de nieuwe HSB inbouw. Wanneer er vloeren in de HSB-nieuwbouw worden aangelegd kunnen deze werken als diafragma's, maar daarmee wordt het oude dak niet stijver. Het oude flexibele dak is bij storm of lichte aardbevingen geen risico, juist omdat het beweeglijk is. Als de bewoner dat bewegen stressvol vindt is verstijven een optie.

In paragraaf 9.10 van het hoofdstuk DAKEN en paragraaf 10.9 worden enkele opties vermeld voor de verstijving. Het verstijven van het sporendak van de Grote Gebinten Schuur met opgeschroefde stijve OSB platen is geen goed idee omdat de schroeven dan een grote belasting krijgen wanneer die beweging niet is verminderd door de spandraden. Die beweging moet eerst met de spanverbanden binnen de gewenste limiet blijven. Bovendien kan er bij afdekking aan de binnenkant geen inspectie of onderhoud plaatsvinden van het hout op insecten of houtrot. Het verzwaren van het dak door een maximale isolatienorm voor woningen toe te passen is ook geen goed idee, omdat de constructie daar niet op ontworpen is.

Bij het realiseren van een woonruimte onder het bestaande (gerenoveerde) dak wanneer dat goed waterdicht is gemaakt met een nieuwe matig isolerende dakbedekking, is het wenselijk dat die woonruimte zelf ook de nodige plafondisolatie heeft, zodat samen de nieuwbouwnorm van $R_c \geq 4,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ wordt bereikt.

10.0. Introductie

De eerste grote gebintenschuren dateren uit het midden van de 17^{de} eeuw (Drenthe 1630) en werden in de provincie Groningen gebruikt als veestallen, hooiopslag en later voor winterstalling voor grote gereedschappen en landbouwvoertuigen¹. De verandering van de landbouwmethoden, vooral in de veehouderij, vereiste een andere en efficiëntere stalvorm, sommigen met geïntegreerde watermestkelders onder het hele gebouw, grootschalige voederinstallaties, melkstraten en machines. De oude gebintenschuren deden vaak nog dienst als opslag van allerlei boerderijmaterieel, maar over het algemeen werden deze gebouwen niet onderhouden. Het resultaat was dat veel schuren verwaarloosd werden en vervielen, sommigen tot een bouwval. Daarnaast was het platteland van Groningen een krimpregio waar steeds minder bedrijven en werkgelegenheid waren. De rijkere boeren bouwden nieuwe stalen frame schuren.

Sommige grote gebintenschuren in Nederland kregen een nieuwe bestemming zoals ateliers, hotels, vergaderruimte, woninguitbreiding of een nieuw soort werkplaats en werden helemaal vernieuwd. In enkele situaties werden de gebinten voor andere gebouwen gebruikt



Figuren 10-1. Monumentale boerderijen werden omgebouwd naar andere functies.

Rechts. Een geheel glazen dak op de oude schuur.



Zoals in de vorige hoofdstukken al reeds werd uitgelegd is aardbevingschade vaak het gevolg van een combinatie van factoren zoals: gebouwd volgens mindere en nu verouderde normen, verzakking vanwege verschillende oorzaken, slecht onderhoud, gebouw aanpassingen en verwijdering delen van dakconstructies en tenslotte ook nog de aardbevingen. Die aardbevingen brachten niet alleen de zwakheden van de gebouwen aan het licht, maar verergerde ook bestaande bouwkundige problemen.

¹ Zie b.v. verslag: https://www.libau.nl/wp-content/uploads/1_LK_Toekomst-Oldambtster-boerderijen_hoofdrapport-en-advies.pdf en <https://www.groningerlandschap.nl/assets/uploads/2018/10/GoldenRaand03herfst2018-compressed.pdf>

Figuren 10-2. Oldambt: niet onderhouden boerderij, verlaten en ingestort. Voor een aantal bedrijven was het onderhoud te duur.

In een enkel geval stortte er een gedeelte van een boerderij in (aan de rand van het invloedgebied van de bevingen) waarover discussie ontstond of dat nu was vanwege slecht onderhoud en houtrot, of vanwege een aardbeving of door een windvlaag.



Foto RTV-Noord, en

<https://www.rtvnoord.nl/nieuws/138268/Boerderij-ingestort-en-leeggeroofd-NAM-en-gemeente-doen-niets>

Dit hoofdstuk 10 gaat niet over de schuldvraag van de schade, of over hoe de restauratie van de oude gebintenschuren te financieren, maar over de technische aspecten van de constructie en wat er gebeuren moet om schade door aardbevingen te herstellen of te voorkomen.

10.1. Eerst dilateren, dan herstellen

De grote agrarische gebintenschuur in de provincie heeft een flink aantal aspecten die verschillend zijn in vergelijking met woningen. De eerste maatregel die genomen moet worden is het loskoppelen van de woning (dilatie, Hoofdstuk 2). Daarnaast zijn er twee opties: (1) het ontkoppelen van de gemetselde (draag)muren die aan de hoofdconstructie van de houten gebinten schuur vastzitten, of (2) de hele gebintenschuur net zo rigide maken als het metselwerk. Een zwakke oude monumentale kopwoning kan eventueel op *Base-isolation* gezet worden.

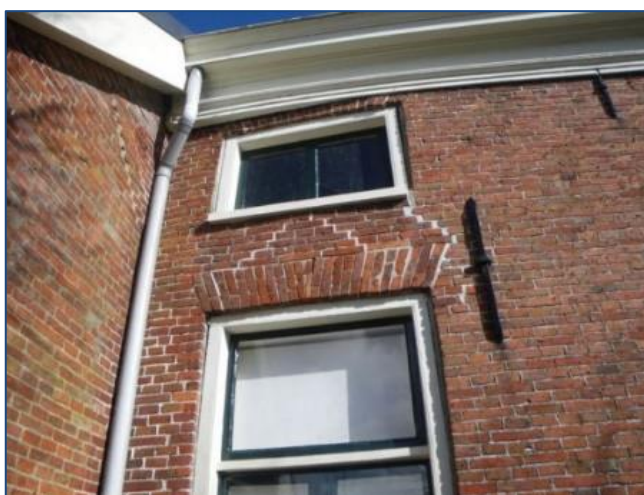


Figuren 10-3. Woonruimte is in de schuur gebouwd. Er zouden hier twee belangrijke dilataties toegepast moeten worden, één direct achter het kopgebouw en één in de schuur achter de woning.

Figuur 10-4. Foto Oldambt boerderijen: Een aan elkaar gebouwde kop-romp. Bij sommige grote boerderijen zal het dilateren tussen de woning en de schuur een bouwtechnische uitdaging zijn om het doorlopende dakvlak te behouden. De dilatatie hoeft echter maar enkele cm's te overbruggen als men in staat is om de grote schuur met spandraden veel stijver te maken.



Verschillende boerderijen met schadeclaims aan de woningen hadden deze (oude) schade bij de aansluitingen tussen het woonhuis en de achterbouw. Dat is hetzij aan een uitbreiding van het woonhuis, hetzij aan de grote schuur. In het volgende geval is de bredere schuurmuur anders (minder goed) gefundeerd dan de woning, maar de woning heeft schade opgelopen omdat de aansluitende schuurmuur de woningmuur over vele jaren naar beneden trok.



Figuren 10-5. Een verbreding van het woonhuis naar de schuur.

Links. Het woonhuis van deze kop-romp boerderij heeft aan een zijde een eerste verbreding en daarachter nog een

Rechtsboven. Deze foto van dezelfde gevel laat zien dat aan de bovenkant de verbreding de muur van de woning naar linksonder trok, waarna de scheuren met lichtere mortel zijn ingevuld.

Rechts. De andere kant van het kopstuk. Aan de gootlijn en het raamkozijn en de deur is een sterke verzakking te zien. Onder dat rechter gedeelte zit geen kelder.



Het verschil in fundering van het kopgebouw (t.g.v. de kelder) en het verschil in belasting van de twee gebouwdelen is hier de hoofdoorzaak van zetting. In het volgende voorbeeld zal het maken van één dilatatie eenvoudiger zijn, omdat deze dan langs het hals gedeelte van het woonhuis loopt. Ook daar blijkt dat de woning met uitbouw zelf een onvoldoende fundering heeft, geen plafond/vliering-diafragma, en in het verleden al veel zettingschade had.



Figuren 10-6. Kop-hals-romp boerderij met schade. Boven de deur loopt een grote scheur naar linksboven. De schuur (links) heeft het hals-gedeelte naar beneden getrokken. Dit wijst op zowel een slechte fundering van de schuur, als een slechte fundering van de hals. Rechtsboven. De top van de gevel is verbreed. Er is geen doorgaande latei boven de ramen. Een verbetering zal dus (A) een dilatatie moeten inhouden én (B) een verbetering van de fundering én (C) het aanleggen van een verbindend dak-diafragma van het woonhuis met doorgaande latei buitenom.



In veel situaties, zoals bij deze oude boerderijen, zijn er meestal meerdere factoren die tot verzakkingen en bevestigsschade hebben geleid. Van de zijgevel van het kopgebouw heeft de verwijding van de bovenkant waarschijnlijk ook al veel eerder plaatsgevonden dan de grotere aardbevingen sinds 2006. Bij de beoordeling van degelijke gebouwen zal ook funderingsonderzoek en kleine sonderingen informatie verschaffen over de draagconstructie.

Bij het beoordelen van schade aan de grote gebinten schuur is het relevant om naar het verschil tussen de funderingen en belastingen te kijken met het hals-gedeelte of het kopgebouw. Daarnaast moet het verschil in stijfheid van de verschillende gebouwdelen overwogen worden om tot een duurzame oplossing te komen. Binnen in de grote schuur kunnen ook grote stijfheidsverschillen bestaan wanneer er metselwerkconstructies binnen gebouwd zijn.

10.2. Loskoppelen van kopgebouw

De verschillende boerderijvormen zullen verschillende methoden vereisen om ze seismisch als onderdelen op te splitsen. De kop-hals-romp boerderijen zijn het eenvoudigste, omdat daar het tussenstuk klein is. De aan elkaar gebouwde kop-romp boerderijen (Figuur 10-4) zijn moeilijker te realiseren, vooral wanneer in de schuurgedeeltes ook een woonruimte is ingebouwd (Figuur 10-3).

Gezien de ouderdom van sommige gebouwen, gecombineerd met de staat van onderhoud en de opgelopen schade, zal er een overweging gemaakt moeten worden of het schuurgedeelte van het gebouw economisch is te verduurzamen. Bij een erg slechte staat van onderhoud zal de gebouweigenaar meestal geen additionele financiering hebben voor het verduurzamen van het kopgebouw, laat staan voor het verduurzamen van de grote schuur.

*Figuur 10-7. Deze boerderij heeft architectonisch geen grote waarde.
Het dak is met asbestcement golfplaten gedekt.
Het verwijderen is een forse kostenpost.*



*Figuur 10-8. Essent vervangt hier kosteloos asbestdaken.
In dit geval moet de onderliggende constructie stevig en duurzaam zijn.
Ook moet de geleverde elektriciteit aan het net geleverd kunnen worden.
Foto: Veldpost renovatie PV-dak op moderne schuur.*



*Figuur 10-9. Bij nieuwbouw met PV-dak.
Bij nieuwe schuren kan direct een geïntegreerd PV-dak geplaatst worden en de energie gedeeltelijk in het bedrijf gebruikt worden.*



*Figuur 10-10: Alleen woonhuis opwaarderen.
In dit geval zou bijvoorbeeld het schuurgedeelte kunnen vervallen.
foto ANP-Kolham.*



Bij monumentale boerderijen waar geen versmald hals-gedeelte aanwezig is, zal langs het hoofdgebouw een dilatatie moeten komen en de delen seismisch afzonderlijk behandeld, waarbij in de schuur het dak zelfstandig en los van de binnen- en buitenmuren moet dragen.

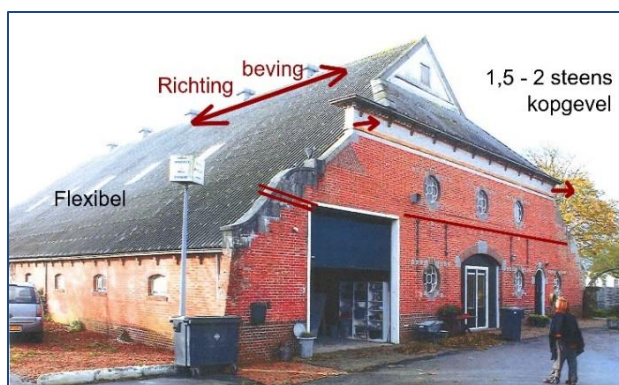


Figuren 10-11. De gang en zijdeur is hier onderdeel van de grote schuur. Een eventuele dilatatie zou hier langs het kopgebouw gemaakt moeten worden, wat een grote invloed heeft op het plafond in de gang. Rechts. De schets geeft aan dat er hier constructief vijf verschillende onderdelen zijn met verschillende stijfheden.

De twee verschillende gekleurde woongedeeltes (gemetseld) binnen in de grote schuur moeten hier losgekoppeld van de flexibele houten gebinten en dakconstructie. Het dak van de grote schuur hoeft dan niet speciaal versterkt te worden, tenzij er structurele gebreken aan het dak zijn zoals verdwenen kepers of schoren. Het dak komt dan vrij en bewegelijk over de ingebouwde vertrekken te liggen.

10.3. De muren moeten losgekoppeld van het schuurdak

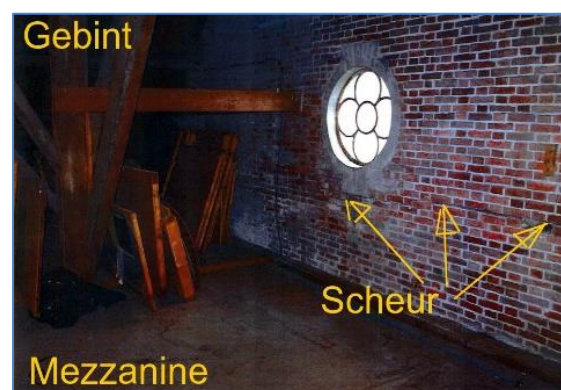
De grote kopgevel van de alleenstaande grote gebintenschuur zit wel vast aan het wolfseinde² van het dak, maar seismisch gesproken kan deze zware (steens, 1,5 steens tot 2-steens) muur de krachten van het dak loodrecht op het vlak van deze kopgevel niet opnemen. De kap is een flexibele constructie die aan de muur vastzit ener tegenaan drukt. In het volgende geval is de zware kopgevel halverwege gescheurd (afgeschoven) omdat het gevelstuk boven de binnenvloer door de bewegelijke kap naar buiten werd gedrukt door de aardbeving.



Figuren 10-12. Voorgevel en scheur detail van gebintenschuur.

De lintvoeg scheur (afschuiving) gaat over de hele breedte. Dit betreft het gedeelte boven de 4 muurankers van de mezzanine vloer. Boven de binnen-vloer van de mezzanine heeft het bovengedeelte van de muur gescharnierd.

Het opnieuw invullen van de lintvoeg is hier onjuist. De topgevel moet een eigen ondersteuning krijgen. Afhankelijk van de gebinten en de gebinten-constructie moet deze minder bewegelijk gemaakt worden.



De horizontale barst over het midden van de 6 m hoge gevel illustreert de mogelijkheid dat bij een nieuwe aardbeving deze bovenkant verder naar buiten valt als de verbindingen tussen het dak en de muur onvoldoende zijn om de massa van het bovenste muurgedeelte vast te houden. Dit werd herkend als een hoog-risico situatie dat onmiddellijk aandacht vereiste.

Er dienen de volgende maatregelen genomen te worden:

1. Het afzetten van het terrein onder de hoge muur en een andere schuuringang gebruiken. Hetzelfde geldt voor de achterkant van de schuur dat ook een hoge muur heeft.
2. Het verstijven van de grote gebinten tegen de flexibiliteit in de lengterichting van het gebouw. Dit kan het beste door de toepassing van spandraden.
3. Het loskoppelen van het wolfseinde dak (de sporen) van de hoge voor- en achtermuren.
4. Het loskoppelen van de andere dak-sporen van de lage zijmuren van de schuur.

² Het schuine kopgevel wolfeind en uilenbord zijn de aansluiting van de kopgevel op het dak en helpen de wind belasting op de kopgevel te verminderen. De gemetselde kopgevel heeft de grote/hoge toegangsdeuren.

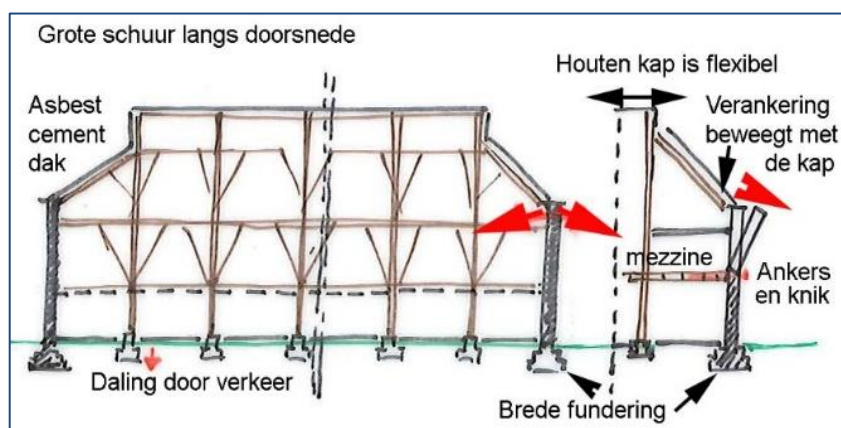
5. Het zelfstandig ondersteunen van de lange zijmuren, met een flexibele verbinding naar het dak. Eventueel de fundering van de zijmuren versterken.
6. Het maken van een interne en permanente steunconstructie voor de voor- en achtergevels met een flexibele ondersteuning naar de kopgevels.
7. Fundamenten van de gebinten verbeteren/verbeteren zodat er geen verzakking van de gebinten kan optreden.
8. Het vervangen van het asbestcement golfplaten dak door een duurzame dakbedekking.

Het 'seismische' probleem van de grote gebintenschuur is dat de drie belangrijkste constructieve componenten van de schuur elk een verschillende flexibiliteit hebben. Door die elementen van elkaar los te koppelen wordt slechts een gedeelte van het probleem verholpen. Na het loskoppelen is de stabiliteit van de hoge zware kopgevels en de lage slecht gefundeerde zijgevels een probleem.

Met maatregelen om de constructie in haar geheel preventief en duurzaam te versterken dient de verbinding tussen de houten dak-sporen en de gemetselde gevels herzien te worden.

Figuur 10-13. De flexibele kap drukt loodrecht op het vlak van de kopmuren.

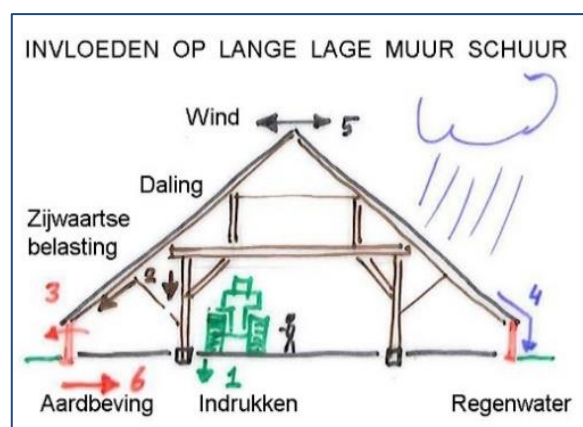
Deze kopmuren zijn niet ontworpen op dergelijke belastingen. Daaroverheen komen de eigen aardbeving belastingen t.g.v. de massa van die kopmuren, loodrecht op het vlak van die kopmuren.



De staanders van de grote gebinten zijn op kleine funderingen geplaatst die kunnen inzakken wanneer de grond rondom deze funderingen extra belast wordt. Deze extra belasting kan veroorzaakt worden door opslag of de ingevulde bouwmuren van een woongedeelte of door zware landbouwvoertuigen (#1 in de schets beneden). Het zakken van de stijlen van de gebinten zal de dak-sporen in de lengte en dwarsrichting van de schuur naar buiten drukken (#2) die op hun beurt de lage muren rondom zijwaarts belasten (#3). Zoals boven beschreven wordt ook hoge de kopgevel naar buiten gedrukt.

Figuur 10-14. Oorzaken en gevolgen van verzakking van gebinten.

1. Indrukken van de vloer.
2. Inzakken van de gebintpoten.
3. Naar buiten drukken van de sporen.
4. Geen goten en verweking van de grond langs de zijmuren die een slechte fundering hebben.
5. Windbewegingen hebben hetzelfde effect



Door het indrogen van het hout kunnen de verbindingen van de grote gebinten lossier komen te zitten, waardoor het effect van de beweging door stormbelasting groter wordt.

Figuren 10-15. Kolomvoeten hebben vaak onderhoud nodig. Sommige kolomvoeten zijn slecht gefundeerd of zwaar aangetast.



De lichte en ondiepe “funderingen” van de zeer lange (tot 40 m) lage zijmuren zijn ook vaak verzwakt vanwege het gebrek aan goten (#4) en door grote hoeveelheden regenwater die langs de muur in de grond zakt. Tenslotte wordt het grote dak zwaar door de wind belast en zal vanwege haar flexibiliteit heen en weer bewegen (#5). Als deze lange muren al een beetje uit het lood staan vanwege inzakking zal dat door een aardbeving verergeren (#6), en kunnen/zullen ze omvallen.



Figuren 10-16. De lange zijmuren hebben vaak geen funderingen. Deze zijn daarom niet bestand tegen de zijwaartse druk van de dak-sporen. Grond langs de muren is verweekt ten gevolge van regenwater (geen goten). Rechtsboven foto van Jeroen Berkenbosch TVNoord.

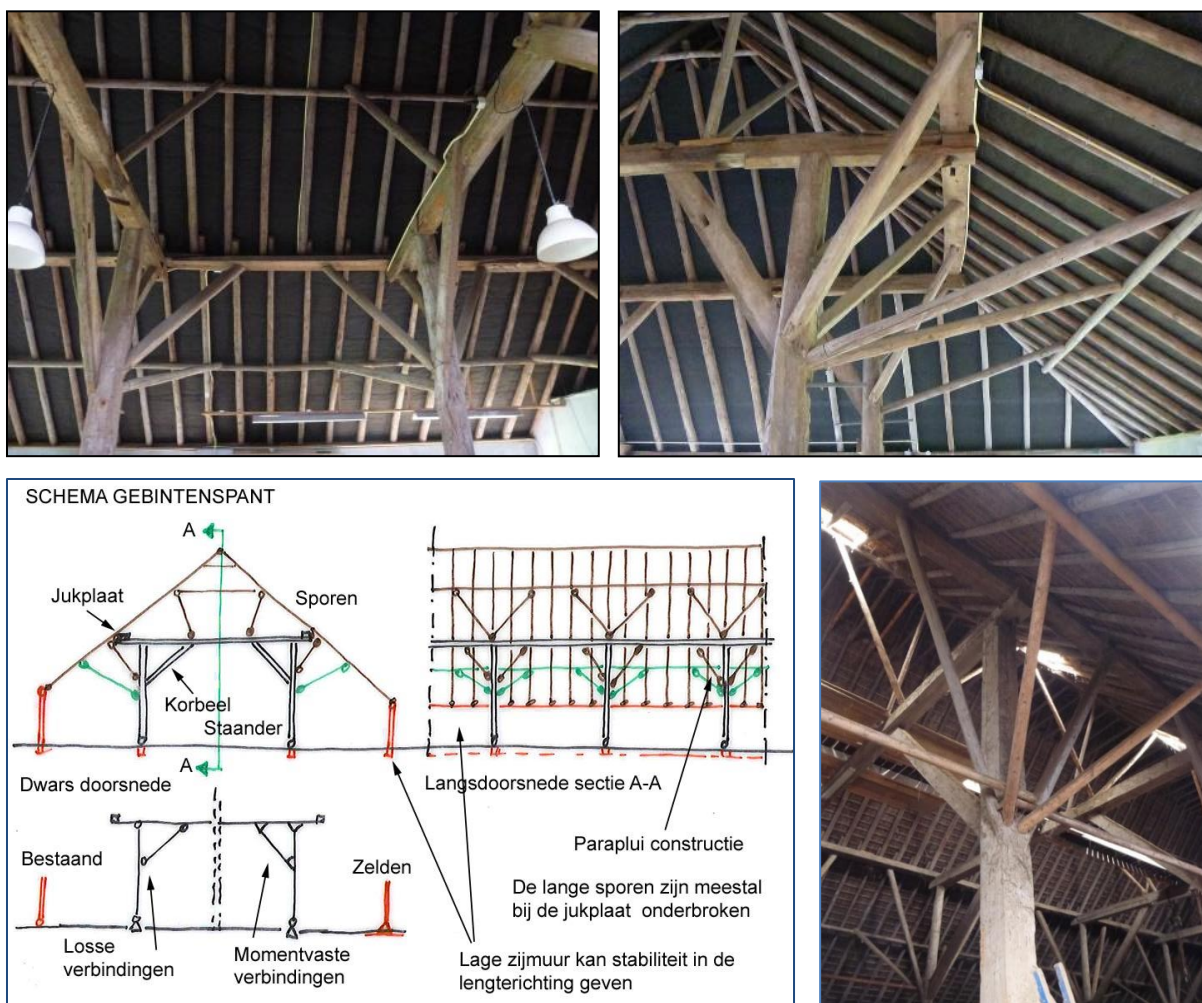
In bijna alle situaties van schade aan de grote gebintenschuren (hoofdzakelijk de muren rondom) zijn deze een combinatie van vroegere manieren van empirisch bouwen, gebrek aan onderhoud, verandering van gebruik en tenslotte ook nog extra belastingen van meer stormwinden, zetting van funderingen en extra aardbevingsbelastingen. Deze tekortkomingen zouden als ‘eigen gebrek’ kunnen worden aangemerkt, maar die benaming geeft geen informatie over hoe het herstel te financieren.

10.4. Schematische constructie gebinten structuur

De gebinten of jukken zijn vaak sterk. De gehele dak-structuur ontleent haar sterkte verder aan de diagonalen die vanuit de gebinten met de dakconstructie in twee richtingen zijn verbonden (korbelen en paraplu ribben). In de dwarsrichting van de schuur staan sterke jukken (de gebinten), waarbij de lange rij jukken door twee lange zijbalken (jukplaten) en diagonalen met elkaar verbonden zijn.

Praktisch gesproken zijn alle verbindingen scharnieren. De verbindingen tussen korbeel en juk, of de verbinding tussen juk en jukplaat zijn soms met zware hardhouten pennen, gecombineerd met 20 cm lange draadnagels. De meeste verbindingpunten kunnen goed druk opnemen, maar geen trek (vanwege de spijkerverbinding). Omdat de diagonalen steeds in paren voorkomen wisselen ze in hun trek-druk functie af gedurende een storm of een aardbeving.

De aardbevingsfrequentie, het aantal schokgolven/sec, van de Groningse geïnduceerde aardbevingen is hoog (10/sec = frequentie 0,1 sec), maar de eigen gebouwfrequentie van de hoge schuren ligt boven de 0,3 sec. Hierdoor is het omvalrisico van de houten gebinten constructie laag. De maximale horizontale doorbuiging (elastische vervorming) van baksteen is echter $< 0,1\%$ van de hoogte en aanzienlijk minder dan de mogelijke verplaatsing van de houten kap ($> 2\%$). Hierdoor kunnen muren die aan de kap verbonden zijn in het midden of bij de fundering scheuren.

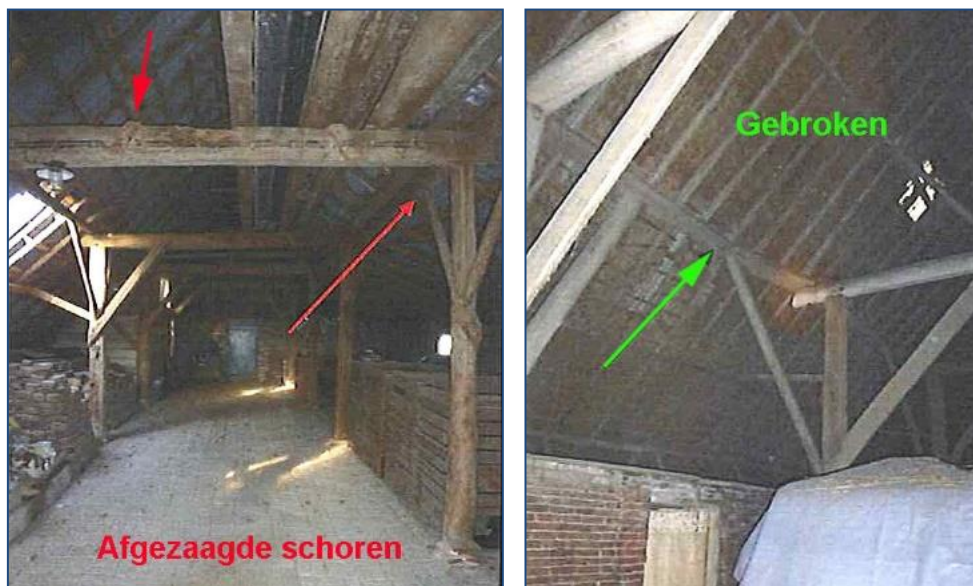


Figuren 10-17. Constructief ontwerp van de gebinten schuur.

De meestal gespijkerde verbindingen zijn hoofdzakelijk scharnieren. De dunnere rondhout dak-sporen zijn buigzaam (flexibel). De groene verbindingen zijn vaak niet aanwezig.

Rechts. De staanders van de gebinten zijn sterke constructies met kap ondersteuning in alle richtingen.

Figuren 10-18.
Soms zijn de grote gebinten of spanten verzwakt. Links. Verwijderen van diagonalen. Rechts. Door breuk of door houtrot.



De schoren worden soms verwijderd vanwege hoge moderne agrarische voertuigen. De gebinten dienen voor het aanbrengen van de versterkingen gecontroleerd worden op de kwaliteit van hun funderingen en hun oorspronkelijke opbouw met alle diagonale componenten.



Figuren 10-19. De gebintenschuren worden voor opslag gebruikt. Hier zit onder de asbestcement golfplaten nog een laag riet dat voor wat isolatie zorgt. Het dak is hier helemaal van rondhout gemaakt met vrij lichte gebinten.

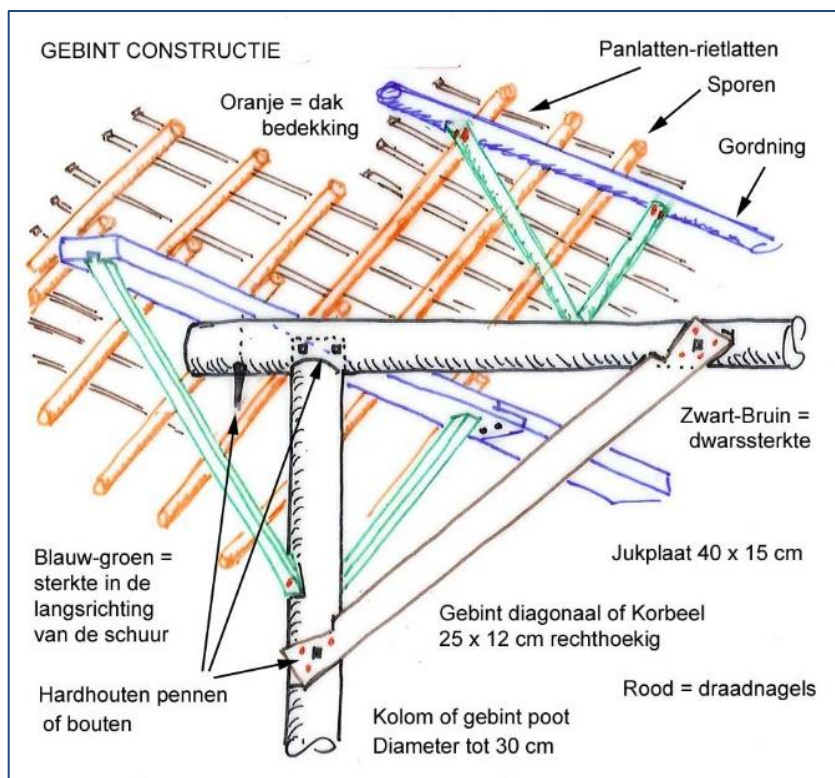
Wanneer door veranderde bedrijfsomstandigheden de grote schuren niet meer commercieel kunnen worden uitgebaat, dan worden ze niet meer onderhouden. Voor een verandering van bestemming zijn vaak wijzigingen in het bestemmingsplan noodzakelijk. Deze kunnen jaren vergen. Daarna zijn er grote investeringen nodig om de gebouwen aan te passen voor een nieuw gebruik.

De onderstaande schets geeft de hoekconstructie weer met de twee driehoekconstructies die de stabiliteit in de dwarsrichting (gebint = **zwart**, korbeel = **bruin**) en in de langs richting (jukplaat en gording = **blauw**, diagonalen = **groen**). Op een lager niveau is nog een set diagonalen en gording aanwezig.

De lange lage zijmuur in de lengterichting van de schuur draagt niets bij in de stabiliteit van de houten gebinten of dakconstructie, maar is wel belangrijk voor het opvangen van de verticale belasting van het dak en het voorkomen dat de wind onder het dak komt.

Figuur 10-20. Basis ontwerp van de dakconstructie. De groene diagonalen zijn op de staander ingekeept en gespijkerd. Deze kunnen wel druk opnemen, maar bij trek en grote flexibiliteit kunnen de (rode) spijkers loskomen en de diagonaal bij een grote zijwaartse beweging uit de inkeping getrokken worden.

De boven verbinding is slechts een inkeping, meestal zonder verdere verbindingmiddelen. De bovenste en onderste sets diagonalen verbindingen zijn ook slechts op druk ontworpen.



Bovenstaand is slechts een voorbeeld. Andere schuren kunnen zwaardere en sterkere constructies hebben. Vroegen was het vaak de kunst om zo weinig mogelijk hout voor de schuur te gebruiken.



Figuren 10-21. Versterkingen langs de gebinten. Veel schuren zijn nog in gebruik als opslag of parkeerruimte. Enkele versterkingen zijn met hout (links) of ijzer (rechts). De oude constructies vervangen is een kostbare aangelegenheid.

10.5. De kopgevels voor en achter

Een aardbeving in de richting loodrecht op deze hoge kopgevel muren (dus in de lengterichting van het gebouw) zal, behalve door de eigen massa van die kopgevelmuur, deze muur bij een aardbeving extra belast worden door de massa van de flexibele en vervormbare houten dakconstructie die eraan gekoppeld is. Daar zijn die kopgevelmuren niet op ontworpen.

De kapconstructie kan extra vervormbaar zijn als de vele diagonaalverbindingen in de kap gedurende het verloop van de tijd los zijn gaan zitten. De kap is nog meer flexibel wanneer de houten onderdelen relatief dun of lang zijn, zoals rondhout.

Figuren 10-22. Buiten- en binnen aanzicht van een losgekomen kopgevel. Dit is ten dele vanwege het doorrotten van de jukplaatverbindingen aan die buitenmuur (rechts).



De grotere schuren hebben soms een opslaggedeelte achter de hoge kopgevel (Figuren 10-13 en 10-23). Om effectief van de ruimte gebruik te maken is hier binnen een mezzanine gebouwd die soms ook als additionele woonruimte wordt gebruikt. De mezzanine kan constructief een voordeel zijn, want dat geeft ruimte voor de constructieve versterking.



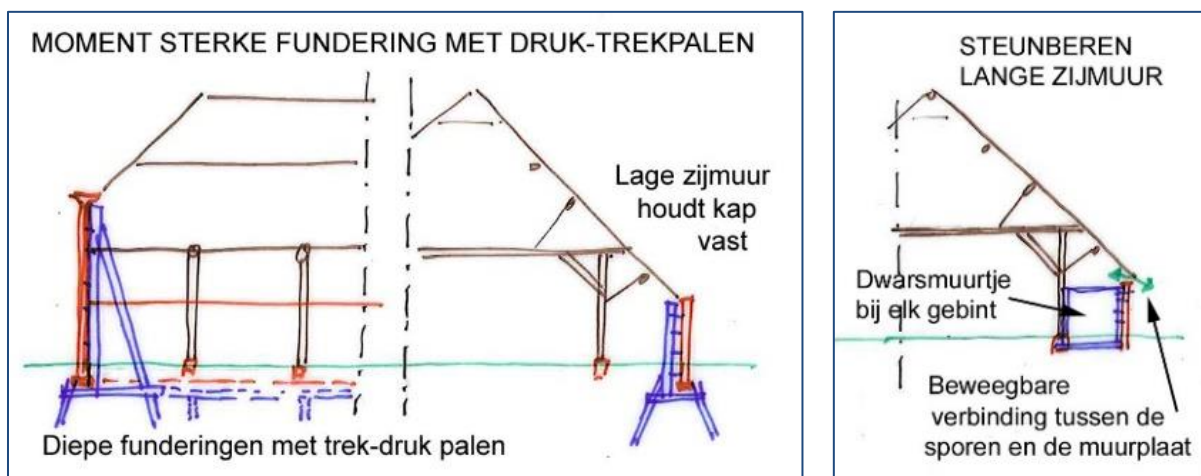
Figuren 10-23. De mezzanine vloer zit aan de massieve kopgevel verankerd. De verankering is met een serie grote muurankers aan de buitenkant. Links. Ramen geven licht op de vloer van de mezzanine. Rechts: Hier zijn er geen ramen op de mezzanine, wel de ankers.

Een eventuele mezzanine binnen in de schuur kan versterkt worden om één geheel met die hoge kopgevel te maken en deze van binnenuit te ondersteunen met dwarsmuren of portalen. In deze optie blijft het nodig om de hele dak-sectie die boven de kopgevel aansluit daarvan los te koppelen.

De volgende opties zijn mogelijk om de gebintenschuur op een duurzame manier voldoende te versterken tegen schade bij aardbevingen:

1. Bij een vrijstaande schuur de vier dakvlakken verstijven en intensief met de gemetselde gevels verbinden. Ook dan blijft de flexibiliteit van het grote schuurdak hoger dan de buigzaamheid van de gemetselde muren. Deze optie om de muren (stijf/bros) en het dak (relatief flexibel) sterk met elkaar te verbinden vereist een zware constructie en is daarom ook **heel duur**.

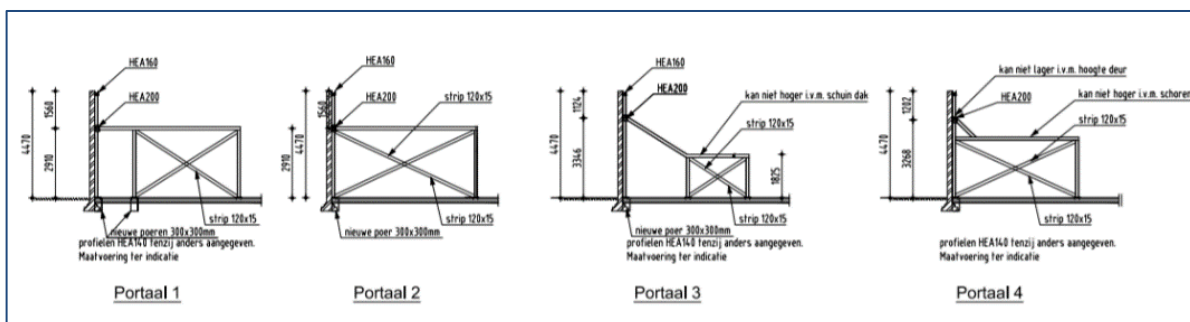
De muren moeten aanzienlijk versterkt worden om ze momentsterk te maken tegen de additionele druk van de dakvlakken; dit vereist ook nieuwe funderingen met trek- en drukpalen en muren die een buigend moment kunnen opvangen.



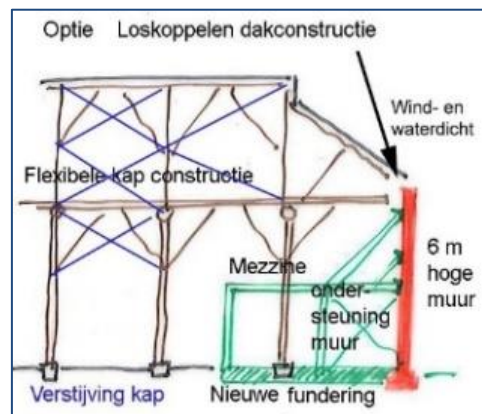
Figuur 10-24. Het versterken van de kopgevel en perimetermuren.

Om het dak te ondersteunen is dit een hele dure maatregel die extra zware fundering maatregelen vereist. De perimeter muur is hoofdzakelijk een windscherm voor vee. Rechts. In veel schuren zitten er langs de lage zijmuur vee-boxen met tussenmuren. Door de ze samen te versterken kan een goede stabiele constructie gemaakt worden, maar ook dan moet het dak losgekoppeld worden.

2. Binnen in de schuur ondersteuningsframes of portalen bouwen waar de kopgevels aan zijn verbonden. Dit vereist funderingen van die portalen die zowel op druk als op trek belast kunnen worden. Over het algemeen is er in de schuur voldoende ruimte om dit te realiseren, ook als er in dat gedeelte al reeds woonruimte is gemaakt. Met deze optie dient de dakconstructie ook voldoende bewegelijk aan de kopgevel gekoppeld te zijn. Ook bij deze oplossing dient de dakconstructie niet structureel, maar wel bewegelijk en wind- en waterdicht aan de hoge muur gekoppeld te blijven.



Figuur 10-25. Verschillende vormen van portalen om de kopgevel te verankeren, afhankelijk van het gebruik van de ruimte binnenin. Het portaal moet op trek belast kunnen worden, tegen een muurbeweging naar buiten.



3. Het vervangen van de hele gevels door lichtgewicht constructies. Het plaatsen van een metalen, kunststof of houten gevel is te overwegen. Echter, de hoge gemetselde kopgevels hebben een eigen architectonische uitstraling en het vervangen zal het karakter van het gebouw tenietdoen.

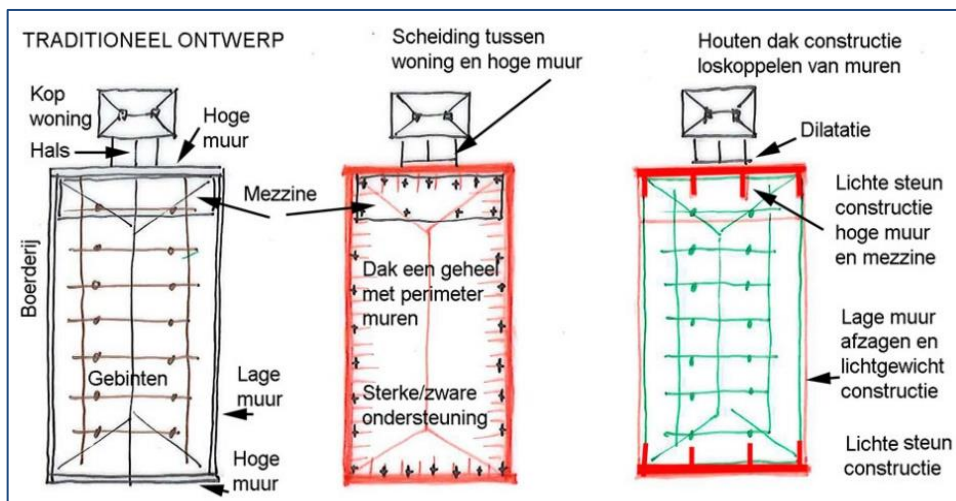


Figuren 10-26. Het vervangen van de hele gevel van de grote schuur. Dit kan niet wanneer de schuur een monumentenstatus heeft.

Dit kan misschien zinvol zijn wanneer de hele schuur wordt omgebouwd, maar in veel situaties zijn de gebintenschuren monumenten en leent de interne houten gebinten structuur zich niet voor een grote open ruimte die nodig is voor een moderne bedrijfsinrichting. Door het op een meer creatieve wijze omgaan van de monumentenregeling en de gebruiksbestemming kan voor verschillende gebintenschuren het behoud betekenen.

4. Bij de koppeling van de grote schuur aan een woonhuis, eventueel met een hals-gebouw zal er altijd een dilatatie tussen de gebouwen en de schuur gemaakt moeten worden. Bij deze optie gelden dan de eerdere opties 1 tot en met 3 voor de grote schuur.

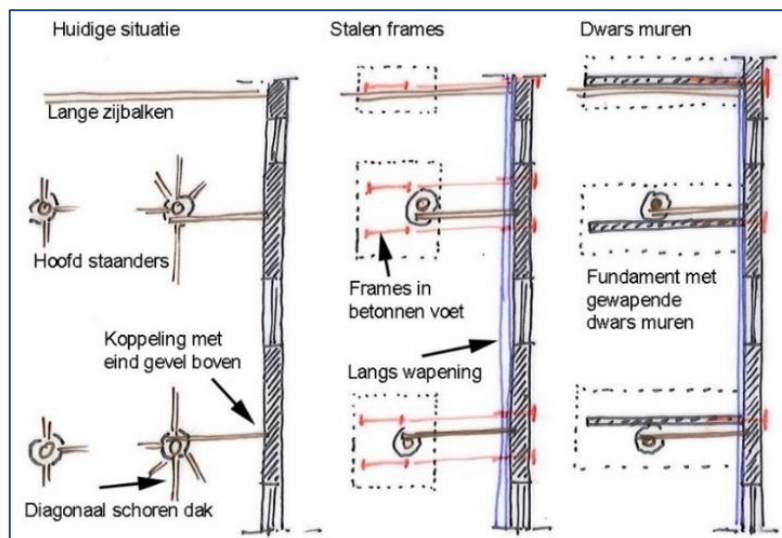
Figuur 10-27. De ont koppeling van het woonhuis is een eerste vereiste. De middelste optie met muren die het dak ondersteunen is niet aanbevolen. Rechts. De hoge kopgevels kunnen aan de binnenzijde ondersteund worden, en structureel los van het dak blijven.



Bij de hoge kopgevels dienen verticale ankerbalken³ hoog aan de binnenkant van de gevel te worden bevestigd, die op hun beurt aan de steunconstructies achter de gevel dienen te worden verbonden. In elke hoge kopgevel zijn in de gevel al lange muurankers, waar achter de mezzanine vloer is verbonden. De toevoeging van een paar extra identieke muurankers zal de architectuur van de gevel geen geweld aandoen. Alternatief kunnen van binnenuit gaten in de muur geboord worden en draadeinden chemisch in het metselwerk verbonden, met twee componenten epoxy. Aan de draadeinden worden L- of U-profielen verbonden. Aan de profielen kan de ondersteuningsconstructie verbonden worden.

³ Het kan noodzakelijk zijn om ook horizontale metalen profielen aan de gevel te bevestigen om te zorgen dat de hele gevel een versterkte constructie wordt. Dit hangt af van de kwaliteit van het metselwerk en de openingen die in die gevel zitten.

Figuur 10-28. Versterking met portalen achter de muur. Aan de binnenzijde kan een profiel bevestigd worden met origineel lijkende buitenzijdige balkankers, of alleen aan de binnenzijde met chemische ankers. Aan het-profiel kunnen de metalen portalen bevestigd worden (Figuren 10-25).



10.6. Berekening van alleen de hoge muur

In de situaties dat het kopgedeelte van de schuur bewoond is heeft het volgens de Eurocode een belangrijkheidsfactor $\gamma = 1,0$. Een schuur die niet bewoond is en ook niet bewoond gaat worden kan met een belangrijkheidsfactor van $\gamma = 0,8$ volstaan. De meeste grote schuren worden slechts gebruikt om boerderijmachines droog te stallen. Sommige schuren zijn echter als groepsruimte in gebruik en hebben dan een belangrijkheidsfactor $\gamma = 1,2$.

De dwarskracht op de 6 m hoge muur (+ 1m fundering) kan als volgt berekend worden

$F_b = S_d(T_1) * m * \lambda$ wanneer gebouw < drie verdiepingen: $\lambda = 1,0$

(Eurocode form 4.5) $T_1 \approx C_t * H^{0,75} = 0,05 * 4,3 = 0,215$ sec. bij gebouw 7 m hoog. (Eurocode form 4.6)⁴

De aanbevolen parameters voor het elastische respons spectrum voor grondsoort E (kleigrond 5 tot 20 m dik boven vaste grondlagen) zijn volgens het Type 2 die van toepassing is voor lichte bevingen.

$S = 1,6$; $T_B(s) = 0,05$; $T_C(s) = 0,25$ en $T_D(s) = 1,2$

Eurocode Tabel, Formule 3.3 $S_d(T_1) = a_g * S * \eta * 1,5$

waarbij absorptie of dampingsfactor $\eta = 1$ en $a_g = \gamma_1 * a_{gR}$ en $\gamma_1 = 1$ (voor woning) en de a_g is de huidige (jaar 2020, NPR 9998) maximum PGAg 0,15 voor het epicentrum.

Volgens formule (3.14) wanneer $T_B \leq T \leq T_C$ dan: $S_d(T_1) = a_g * S * 1,5 / q$ waarbij q het type van de constructie is. Voor metselwerk is dit een q van 1,5 of 2,0 (in de UK). Indien echter de gevel van achteren versterkt wordt met horizontale en verticale profielen kan sprake zijn van q van 2,5 tot 3,0. Een muur verbonden met een volledige stalen frame heeft een q van 4,0.

Bij PGAg 0,15 dan: $(T_1) = 0,25 * 1,6 * 1,5 / 3 = 0,2$ dan $F_b = 0,2 * m$ $m = massa$

Bovenstuk 3 m hoog x gemiddeld 10 m breed x 0,33 m dik x $1800 \text{ kg/m}^3 = 17.820 \text{ kg}$

Voor **PGAg 0,15** $F_b = 0,2 * 17,8 \text{ t} = 3,56 \text{ t}$ -> per dwars constructie (6) = 0,6 ton horizontaal

Onderstuk 3 m hoog x gemiddeld 15 m breed x 0,33 m dik x $1800 \text{ kg/m}^3 = 26.730 \text{ kg}$

Deuren in het onderstuk 3,5 m x 3,0 m en 2,5 m x 2 m in mindering = 9.027 kg

Netto onderstuk 17.703 kg. Dit is ongeveer hetzelfde als het bovenstuk.

Voor **PGAg 0,15** $F_b = 0,2 * 17,8 \text{ t} = 3,560 \text{ t}$ -> per dwarsconstructie (6) = 0,6 ton horizontaal

Deze berekening is feitelijk **twee maal zo zwaar** als de werkelijk mogelijke aardbevingssterkte per 2020 omdat de maximale NPR in 2020 nog aan de hoge kant is vastgesteld.

⁴ Voor gebouwen lager dan 40 m vanaf de fundering. $C_t = 0,085$ voor momentvaste ruimtelijke staalconstructies.

De vrij beperkte belastingen voor elk van de 6 portalen is vrij eenvoudig met een stalen frame op te vangen en in de bodem te verankeren met schroefankers. Aan weerszijden van de grote deur moet een ondersteuning komen.

Figuren 10-29. Schroefankers bestaan in verschillende maten.

Deze kunnen in de grond worden vast geboord en aan de portalen vast gebout. Voor het lichter maken van de dakbedekking kunnen lichtmetalen dakpanplaten worden toegepast (verschillende kleuren).



De flexibele zone tussen de hoge kopgevel en het dak kan worden uitgevoerd met een gootconstructie, terwijl het wolfseinde een strook licht doorlatende dakplaten kan hebben (translucente of polyester glasfiber golfplaten). Lichtgewicht materiaal voor de vervanging van oude golfplaten is aluminium of gecoate metaalplaten met dakpannen profiel, die in verschillende kleuren in de markt verkrijgbaar zijn (dakpanplaten). Een matte polyester coating kan deze daken een uitstraling geven van echte dakpannen.

Beide materialen hebben zeer weinig thermische isolatiewaarde. Met het toevoegen van thermische isolatie zal het gewicht van het dak toenemen. De dak-sporen en de gebinten constructie moeten in dat geval het extra gewicht van de isolatie zonder grote vervorming aankunnen. Ook de toevoeging van PV-panelen zal de constructie extra belasten.

10.7. De grote deuren aan de kopzijde

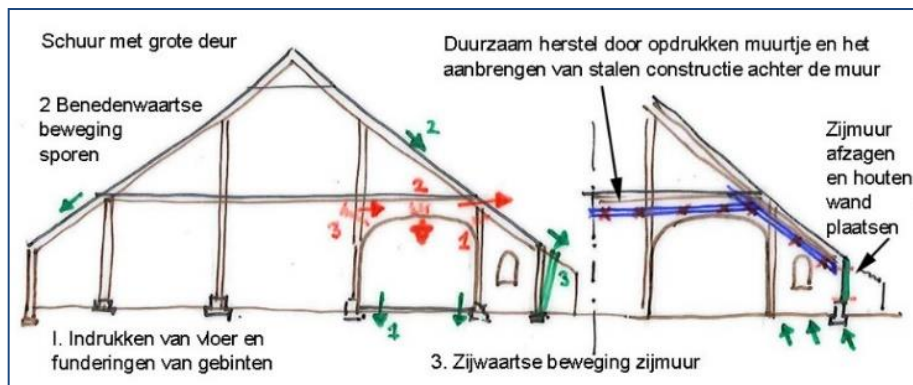
In bijna alle grote schuren zitten grote deuren in de hoge kopgevels. De smalle gemetselde strook tussen de grote deuropening en de dakrand is meestal gebroken vanwege de zijwaartse druk die de kapsporen uitoefenen bij het zakken van de hoofdgebinten.

Figuur 10-30. Grote schuurdeur met constructieve fouten en verdrinking.

Het dak drukt zijwaarts naar rechts vanwege een flexibele constructie. De grote muurankers zijn links net onder het mezzanine raam te zien. Ook hier een mezzanine vloer die voor verschillende doeleinden gebruikt kan worden, meestal voor opslag.



Figuur 10-31. Schematische toelichting op foto. De hoek tussen de deuropening en de dakrand is meestal gebroken. De positie van de grote deur naar het midden van de grote kopgevel voorkomt deze scheuren.



De foto en schets boven (Figuur 10-31) toont aan dat de smalle zone tussen de boog en het dak (1) gescheurd is, omdat de rechter zijkant naar buiten wijkt. Hierdoor is de boogconstructie boven de deur doorgezakt en gescheurd (2); verder is er een diagonale scheur ontstaan links van de boog (3). De sporen (2) van de spanten zakken wanneer de vloer in de schuur wordt ingedrukt (1). De lange lage zijmuur is meestal halfsteens, licht gefundeerd en zal makkelijk door de afzakkende spant sporen naar buiten gedrukt worden (3). De beste oplossing is om de lage zijmuur (3) af te zagen op 60 cm boven het maaiveld en een nieuwe lichtgewicht muur op het afgezaagde muurtje plaatsen is.

In de provincie Groningen zijn erg veel grote schuren die aanmerkelijke bouwkundige gebreken hebben, waarvan bij veel schuren die gebreken door de aardbevingen zijn toegenomen.

Figuur 10-32. De vroegere grote deur werd gedeeltelijk dichtgemetseld. Boven de kleinere deur is de dag van de oude deur zichtbaar als scheur. Die scheur loopt via het raampje naar de dakrand. Mogelijk is de fundering verzakt vanwege de grotere muurmassa.



Door aan de binnenkant en buitenkant lintvoegwapening aan te brengen kan het verder scheuren voorkomen worden wanneer de fundering niet verder verzakt.

Figuur 10-33. Scheur op de zwakste doorsnede. Hier is waarschijnlijk ook het wegdrukken van de zijmuur ook de oorzaak. De kozijnstijl onder de bovendorpel opzijgeschoven. De rechter schets van figuur 10-31 zou hier ook van toepassing kunnen zijn. Aan de invul baksteentjes boven de deur





Figuren 10-34. Complexe schadesituaties. In sommige situaties is het verval en de schade zo complex dat geheel slopen en dan opnieuw opbouwen de enige optie is. Links. Oude situatie. Rechts. Na de sloop klaar voor gedeeltelijke reconstructie. Het betreft hier een cultureel erfgoed dat op na het melden van aardbevingschade hersteld werd. Ook is het hier duidelijk dat dit geen recent probleem was.



Figuren 10-35. De verschillende schade situaties hebben vaak gelijksoortige oplossingen. De financiering van het muurherstel is een problematisch punt, wanneer de schade niet uitsluitend door de aardbevingen zijn ontstaan en vanwege de omvang van de herstelkosten. Wanneer de eenmaal herstelde gebinten schuren daarna niet duurzaam gebruik gaan worden, zal een lange termijn financiering moeilijk te realiseren zijn.

10.8. Lange lage zijmuren vervangen

De *Figuren 10-16* zijn slechts een selectie van de tientallen lange en lage zijmuren van de grote gebintenschuren die vervallen waren, en waarbij sommige muren een laatste zetje kregen van de aardbevingen. De volgende aspecten spelen een rol bij de beoordeling:

- a. Deze lage muren zijn het windscherm of de klimaatafsluiting tussen de grote kapconstructie en de grond. Dat wil zeggen dat ze de wind en de koude moeten tegenhouden. Dit zijn lichte muren die vaak slecht gefundeerd zijn. Achter de muren stonden vaak koeien in boxen. In de tijd dat deze gebinten schuren werden gebouwd hadden ze allemaal een rieten kap.

- b. De kassporen zitten vast aan de muurplaat op deze lange muren, maar door verzakking van de gebinten drukken de kassporen de muren naar buiten. Het verzakken kan veroorzaakt zijn door de tijd (inklinking onder kleine fundamenteën of door zwaar verkeer in de schuur).
- c. De originele rieten daken hadden geen goten, terwijl er bij het plaatsen van de nieuwe golfplaten daken er ook geen goten werden aangebracht. Door het grote dakoppervlak komt er extra veel regenwater langs deze muren in de grond wat verweking kan veroorzaken.



*Figuren 10-36.
Tegen de lange en lage muren zijn vaak de koeienstallen aangelegd.
Langs de daken zijn niet altijd goede goten aanwezig is. Het vele regenwater zakt weg in de grond naast de matige funderingen.*



- d. De funderingen van deze lange lage muren zijn meestal te smal en ondiep, terwijl veel muren slechts halfsteens waren. De dwarsmuurtjes binnenin, tussen de koeien/kalveren stallen gaven de steun. In veel situaties zijn die dwarsmuurtjes verwijderd.

*Figuur 10-37. Zijmuur is halfsteens opgebouwd gedurende verschillende fasen.
Deze muur is vergaand in verval. Op verschillende plaatsen kan je door de gebroken muur naar buiten kijken.
Bij in gebruik zijnde schuren worden deze muren gewoonlijk onderhouden.*



- e. Tot aan de 20^{ste} eeuw werden deze lange muren door de boeren onderhouden en soms vernieuwd (elke 50 tot 100 jaar) wanneer de gebintenschuren nog als veestallen werden gebruikt, maar sinds de vernieuwing van de veeteelt en grote moderne stallen met onderliggende mestkelders (gierkelders)⁵ gebeurt dit niet meer van wege de hoge kosten.



Figuren 10-38. Oude kalveren stallen werden vervangen. *Links.* Oude kalveren boxen. *Rechts.* De dak-sporen worden boven de binnenmuur ondersteund met schoren. Wanneer deze ruimte weer gebruikt gaat worden kunnen hier licht doorlatende platen op gelegd worden.

Figuur 10-39. Verbinding zijmuur aan gebinten. Bij deze nieuwe constructieve aanpak is de lage zijmuur aan de gebinten verbonden (nieuwe fundering), waarbij de scheidingen tussen de kalverenboxen extra sterkte aan de lage muren kunnen geven. Foto Kalvermesterij Kroes.



Figuren 10-40. Balkankers in de zijmuren. Hier is te zien dat er in de lange zijmuren balkankers zitten waarmee de muren aan de binnen constructie zijn verbonden. In deze situaties is er minder schade en zijn de schuren nog in gebruik. Aan de binnenzijde wordt pas duidelijk in hoeverre deze ankers een constructieve functie hebben en in staat zijn om de stabiliteit van de muren te garanderen.



⁵ Deze methode van mestverwerking is het resultaat van een steeds verdere arbeid efficiëntie in de bedrijfsvoering, maar resulteert in een grote CO₂- en stikstof-uitstoot, allebei slecht voor het milieu.

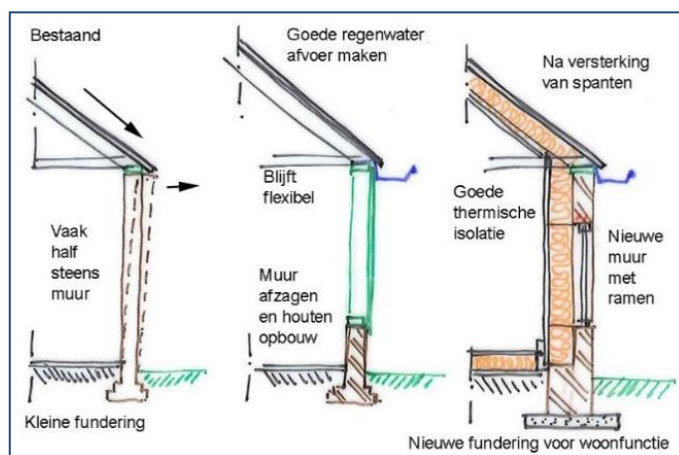
- f. Het recht-drukken van deze muren, of de kapconstructie structureel aan deze muren verbinden zijn géén goede oplossingen, omdat de oorzaken niet worden weggenomen. Wanneer het monumentale gebintenschuren zijn, is het slopen met behoud van de bakstenen (hergebruik) en het opnieuw breder en dieper funderen en het opnieuw opmetselen de beste optie (zonder verbinding aan de sporen). Wanneer het geen monumentale schuren zijn, is het vervangen van deze muren met een flexibele lichtgewicht constructie een betere oplossing.



Figuren 10-41. Ingestort muurdeel vervangen door lichtmetalen afscherming.

Rechtsboven: Optie van verlagen van de muur en toepassing van een flexibele houten rand of ramen.

Rechts: Verschillende opties voor een andere vorm van zijmuren wanneer het geen monumentale status heeft. De verbinding met de kap moet wel flexibel gehouden worden.

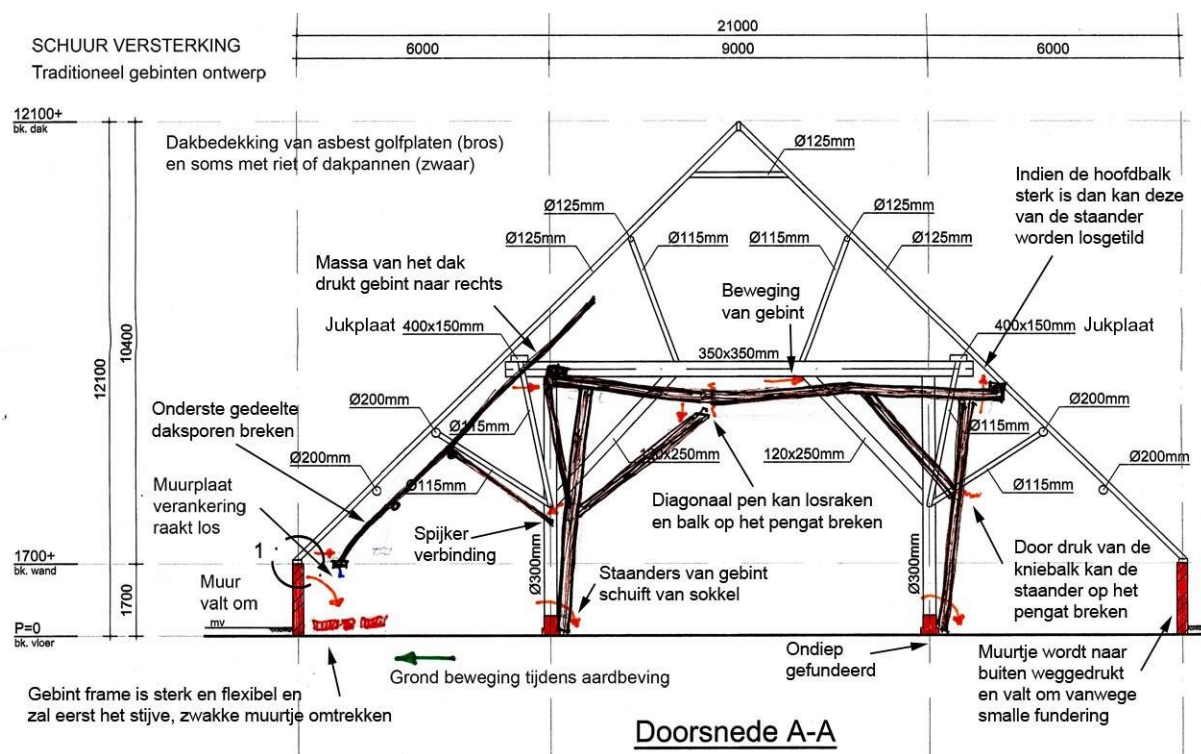


Voor een niet-geïsoleerde schuur is geen metselwerk muur nodig. De muur doet slechts dienst als windkering; om te zorgen dat de wind niet onder de kap komt. Indien de funderingen van de gebinten zijn verzakt en niet omhoog worden bijgesteld is het verlagen van de zijmuur noodzakelijk. Na het rechtzetten of versterken van de lange zijmuren moet de grote kapconstructie structureel los van die zijmuren gehouden worden, maar wel water- en winddicht aansluitend.

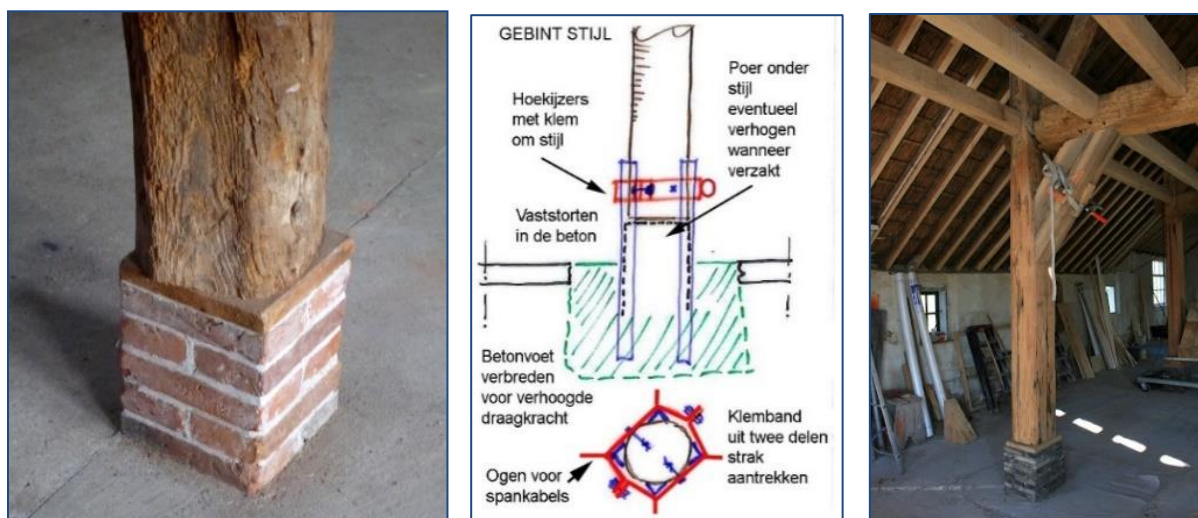
10.9. Versterking van gebinten en spanten

De volgende schets geeft de doorsnede van een gebintenschuur weer, met de mogelijke vervormingen vanwege een aardbeving in het vlak van de gebinten. De mate van vervorming van de constructie zal afhangen van de stijfheid van het juk en de kwaliteit van de verbindingen van de verschillende soorten diagonalen. Bij sommige gebinten zijn dubbele kniestukken toegepast en aan de zijkant van de stijlen en de ankerbalk bevestigd. In veel schuren zijn de diagonalen slechts aan de sporen of de gordingen gespijkerd, zonder andere verbindingshulpmiddelen. Deze verbindingen geven hoofdzakelijk sterkte bij druk, maar speling met trekbelasting.

Bij meerdere schokken kunnen de staanders van hun sokkel fundering afschuiven/trillen wanneer daar geen penverbinding zit. De pen-en-gat verbinding tussen de stijlen en de ankerbalk is technisch een scharnierverbinding. De dwarsweerstand van het gebouw wordt bijna geheel gecreëerd door de diagonalen (korbelen of kniestukken) van het zwaardere gebinthout. Bij een frequente horizontale belasting en verzakking van de staanders, kunnen de kniestukken uit de horizontale ankerbalk getrokken worden, wat tot verdere instabiliteit van de constructie zal leiden.

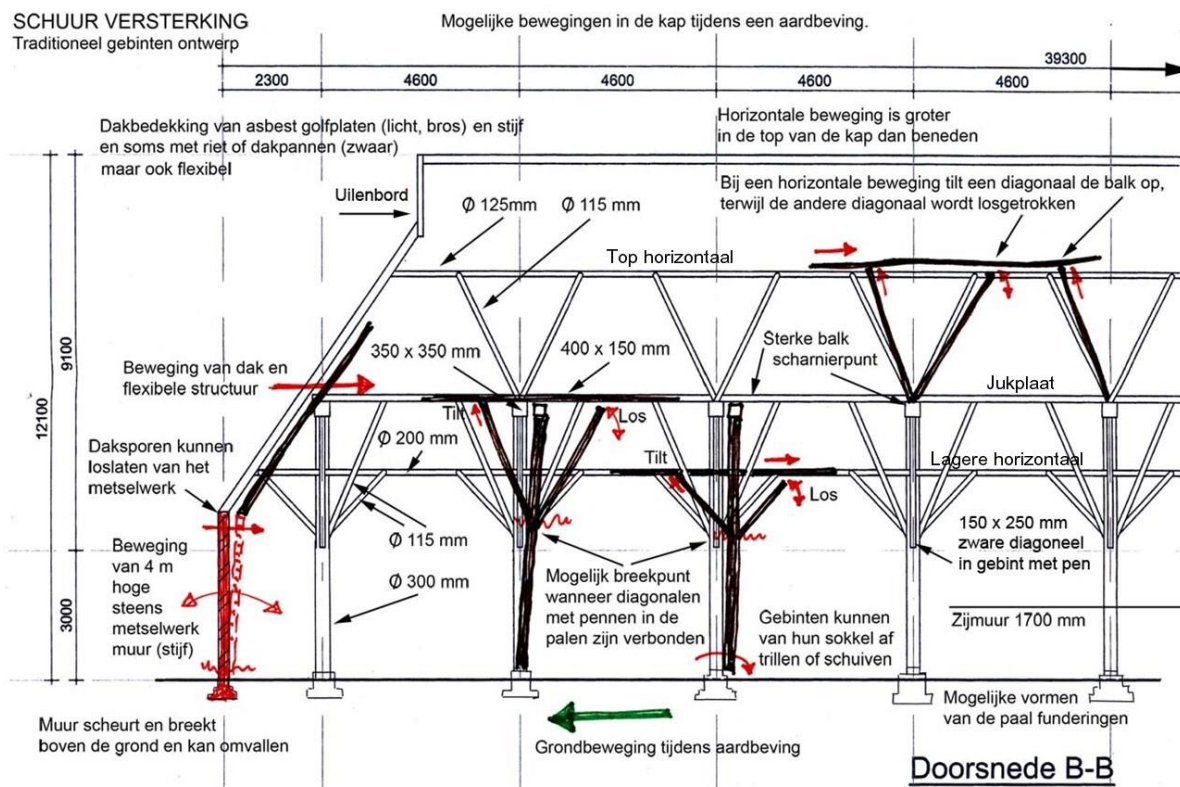


Figuur 10-42. De flexibele dakconstructie zal de lange lage perimetermuur omtrekken of wegduwen. Indien de verbinding met zware zijmuren sterk is, dan kunnen de onderste sporen van het dak vervormen of breken.



Figuren 10-43. De staanders worden van nieuwe funderingen voorzien. In de schuren kunnen de onderzijden voorzien worden van ankerpunten voor diagonalen of spankabels. Door de staanders vrij van de grond te houden wordt rot in de onderkant voorkomen. De staanders moeten met een penverbinding in de nieuwe fundering zitten.

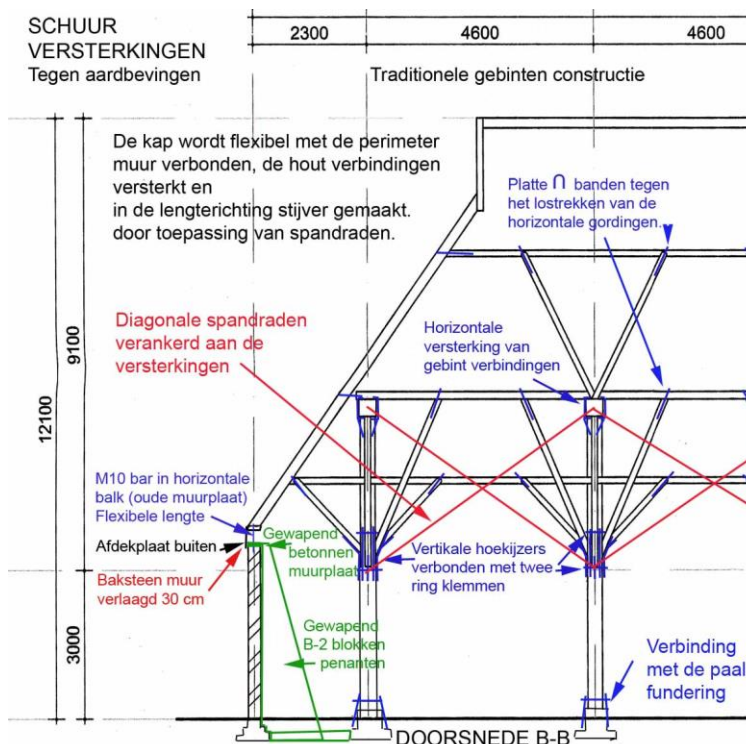
De staander funderingen kunnen verzakken vanwege uitdroging van de klei- en veengrond of door belasting van zware landbouwvoertuigen die in de schuur er vlak langs rijden. Dit kan ook gebeuren door toevoegingen van bouwmuren ten behoeve van bewoning. De gebintschuren werden hoofdzakelijk op basis van ervaring gebouwd en de standers zijn een paar honderd jaar geleden niet op ontworpen op extra belastingen. Deze gebintpoten kunnen worden opgetild en de funderingen verbreed. Vanwege de flexibiliteit van de houten constructie is het mogelijk dat per gebint deze poten iets hoger gesteld worden.



Figuur 10-44. Langsdoorsnede van de gebinten schuur. Boven. De kopgevels en wolfseinden bewegen zonder versterking heen en weer.

Figuur 10-45. Versterking van alle verbindingen.

Rechts. De constructie van de kap is gebaseerd op druksterke diagonalen (paraplu) constructies vanuit de standers en bovenzijde van de gebinten. Om te voorkomen dat verbindingen door de trekbeweging loslaten kunnen verzinkte metalen stripjes worden aangebracht. Wanneer de basis van de paraplu constructie een verzwakking van de staander in kunnen houden, kunnen deze met manchetten van hoekijzers versterkt worden.



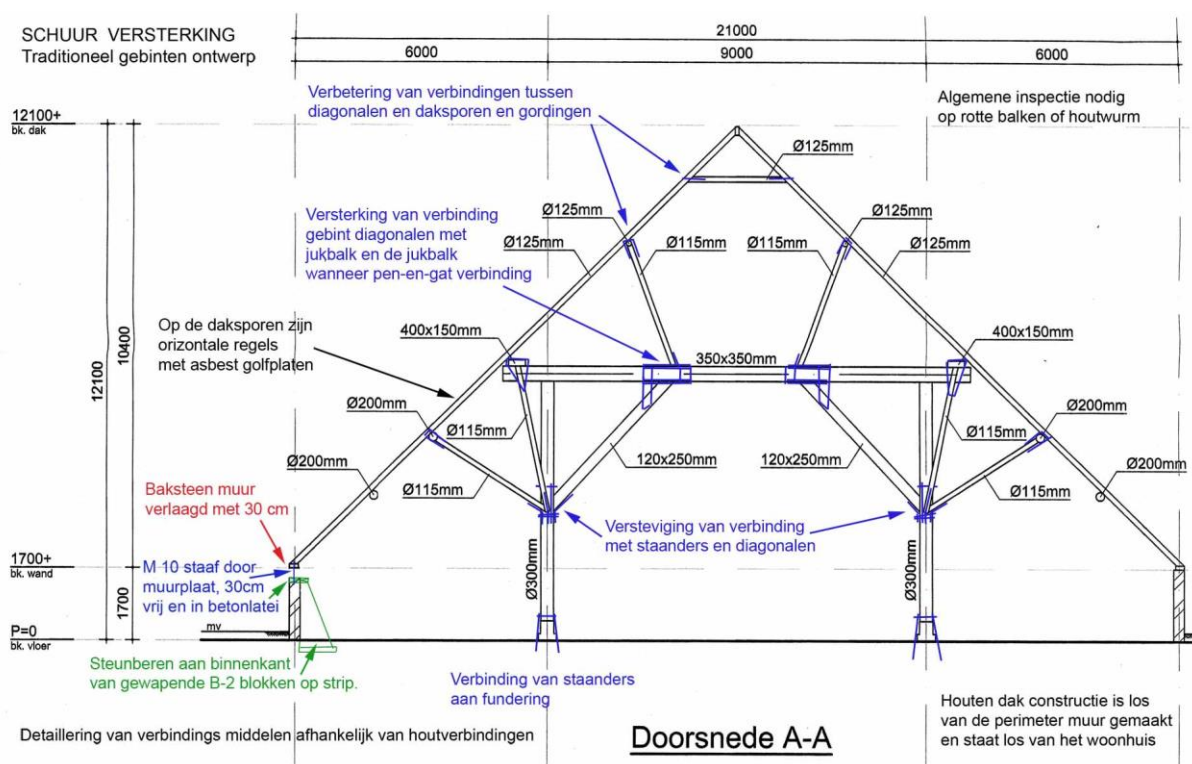
Er zijn horizontaal in de lengte een zware jukplaat en twee horizontale balken aanwezig die constructief dezelfde functie hebben als die van de ankerbalk heeft in de dwarsrichting; de diagonalen zijn met deze jukplaten en horizontalen verbonden. Bij een aardbeving en flexibele jukplaat en horizontalen zullen de 4 m tot 6 m hoge voor- en achtermuren door de sporen van de wolfseinden heen-en-weer gedrukt en getrokken worden.

Bij een grote links <-> rechts beweging in de lengte van de kap kunnen de verbindingen van de diagonalen met de gordingen losraken. De zware en sterke horizontale balken en de jukplaat op 6,50 m hoogte (40 x 15 cm doorsnede) zijn niet momentvast met de gebinten verbonden. Bij een horizontale verplaatsing kunnen ook de ondersteunende diagonalen van deze balk losgetrokken worden. Hetzelfde kan gebeuren met de onderste serie diagonalen, alhoewel de horizontale verplaatsing hier minder is. In deze richting staan geen sterke gebinten. De sterkte en stijfheid wordt geleverd door de vele (paraplu) diagonalen van de gebinten naar de gordingen. Met de vervanging van het rieten dat door stijve golfplaten is er slechts enige verstijving door de dakbeplating.

De versterking van dit soort schuren in de lengterichting kan bestaan uit de volgende elementen:

- Loskoppelen van de hoge kopgevel muur van de dakconstructie en deze hoge muur voorzien van een hoog-flexibele steunconstructie aan de binnenkant.
- Het zekeren van alle andere verbindingen tussen de diagonalen, sporen en gordingen door U-vormige koppelstukken en gegalvaniseerde platte metalen strips (aan de balken). Een andere oplossing is om banden om het rondhout te maken en die met elkaar te verbinden.
- Het aanbrengen van twee sets van trekvaste diagonalen in de vorm van spandraden tussen elk paar gebinten (verbindingstukken B), en over de gehele lengte van de schuur.

De manchetconstructie aan de paraplu, halverwege de stijlen kan uit twee halve delen van een ring bestaan, die aan elkaar verbonden zijn. Aan de verbinding van de manchet kunnen diagonale spankabels bevestigd worden. Deze kunnen ook beneden aan de poeren verbonden worden.

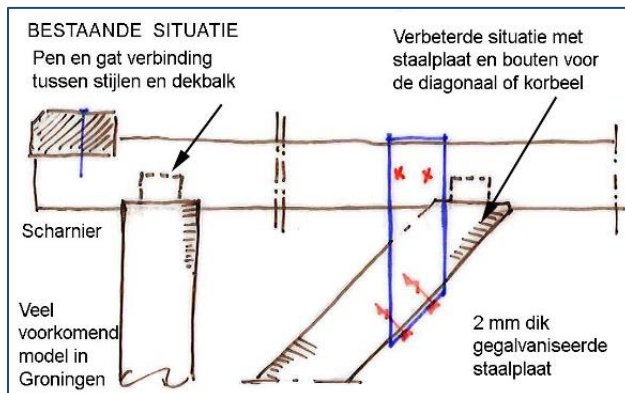
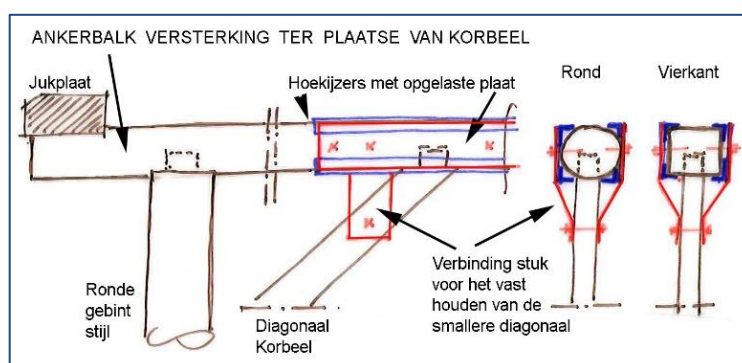


Figuur 10-46. Dwarsdoorsnede gebintenschuur en locaties waar versterkingen kunnen worden aangebracht.

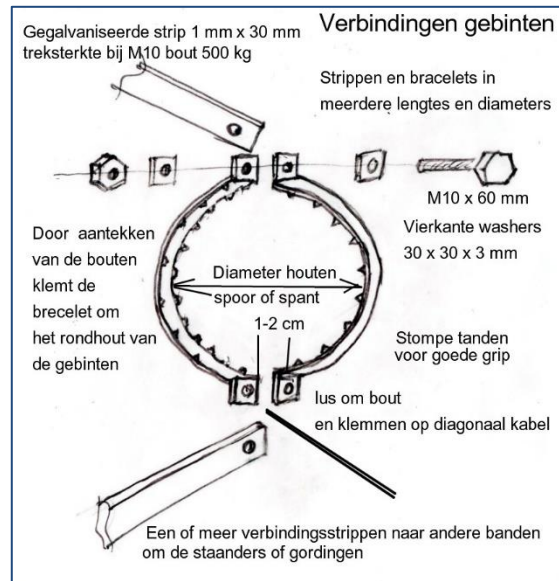
Bij veel gebintenschuren zijn deze verbindingen in de lengterichting voldoende sterk, maar een versterking in de dwarsrichting kan bestaan uit de volgende elementen:

- D. Het verbinden van de stijlen aan de funderingen of poeren, zodat de staanders er niet afvallen of schuiven bij een horizontale beweging. Verzakte stijlen moeten worden opgekrikt zodat de kap sporen niet meer zijwaarts op en tegen de lange zijmuren drukken. De funderingen onder de poeren moeten verbreed worden voor een betere draagkracht. Aan de onderkanten van de staanders kunnen eventueel spankabels of diagonalen bevestigd kunnen worden, maar dat belemmert de vrije doorgang tussen de jukken.
- E. Het versterken van zwakke pen- en gat verbindingen in de ankerbalk, zodat deze niet los kunnen geraken of op die punten kunnen breken. Dit kan met het opbrengen van een versterking d.m.v. hoekprofielen en een plaat die aan de zijkant is opgelast (linker schets). Indien de ankerbalk voldoende sterk is dan hoeft slechts de diagonaal aan de ankerbalk te worden opgehangen door middel van een metalen strook (rechter schets).

Figuur 10-47. Versterkingen van de horizontale balkverbinding. Dit is het zwakste punt van de horizontale balk. Toepassing van hoekijzers en de aansluitingen van de korbeel tegen lostrekken.



Figuren 10-48. Eenvoudige verbetering van de verbinding tegen lostrekken. *Rechts*. Twee halve manchetten met een spanbout voor aan de staanders. Aan de spanbouten kunnen strips gekoppeld worden die aan de manchetten aan de sporen worden verbonden.



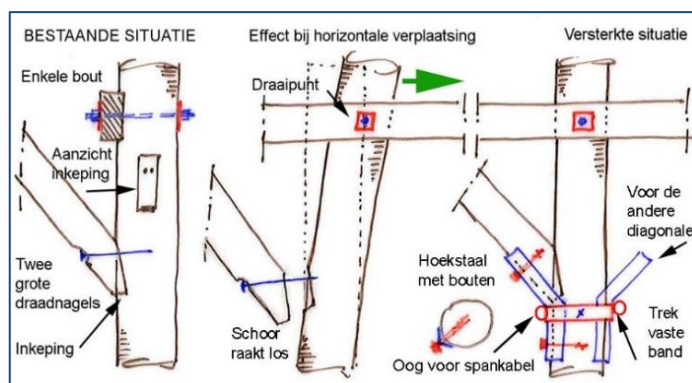
- F. De onderkanten van de verschillende diagonale ondersteuning dienen stevig aan de stijlen verbonden te worden. De pen en gat verbinding aan de bovenkant van de stijl is nu structureel een scharnierpunt. De diagonalen bepalen de sterkte en stijfheid van de constructie. De verbindingen tussen de diagonalen met de verticale en horizontale elementen zijn daarom kritisch.
- G. Door zowel aan de staanders en de paraplu diagonalen twee halve manchetten te klemmen kunnen aan de klemboutenverbindingen gemaakt worden naar de andere manchetten, waardoor er trekvast verbindingen ontstaan. Manchetten in verschillende diameters.

H. Het zekeren van de onderste verbindingen tussen de stijlen en de verschillende diagonalen kan zoals geschetst. Meerdere steunen van hoekijzers kunnen samen met één klemband worden geborgd. De klemband heeft ogen voor de verbinding met spankabels.

Bij het vernieuwen van onderdelen van deze grote gebinten en kapconstructies is het belangrijk dat geïmpregneerd hout gebruikt wordt dat niet aangetast kan worden door insecten en houtworm. Hoewel voor oude stolp- en gebinten boerderijen veelal eikenhout gebruikt werd, of het duurzame grenen, zijn deze kwaliteiten bijna niet meer beschikbaar.

Figuur 10-49. De additionele metalen verbinding stukken.

Deze kunnen tegelijkertijd punten zijn voor de verankering van spandraden of stangen die verder de stijfheid van de constructie kunnen vergroten. Rechts



Figuur 10-50.

Gebintenschuren kunnen duurzaam dienstdoen. Economische activiteiten moeten de hoge herstel en onderhoudskosten kunnen rechtvaardigen, anders gaat dit culturele erfgoed verloren.