

träbyggnadssystem

utifrån äldre träbyggnadstekniker - förslag på förtillverkade byggsatser



summary

Wood

Historically timber has been chosen at site in the forest and according to what experience and tradition said. In today's industrialized lumber industry it is hard to get hold of quality timber in the timber trade outlets. A few specialized manufacturers of timber suitable for corner timbering exists. There are also manufacturer of timber products resembling timber for example laminated pre-cut logs. (<http://www.overbygg.se/kvalitet-2/timmerhus/>).

Timber

The right kind of timber is important for corner timbering. Since the wood is only slightly processed the shape and quality of the tree is essential. Trees should be tall and straight with high placed branches. To be able to resist rot the amount of heartwood needs to be high. The heartwood of pine is contains large amounts of pinosylvin and pinosylvinmonometyl which have fungicidal characteristics (Sjömar s. 208) Different ways of processing the wood aims at increasing the amount of exposed heartwood. (Sjömar s.205)

There are traditional methods to increase the amount of protective substances by controlled damage of the trees in order for it to activate its defensive mechanisms. (<http://www.fetvedensvanner.com/randbarkning.html>)

Shrinkage and drying

The shrinkage of wood varies over time but is most dramatic the first period after logging. Most shrinkage affects the tangential direction of the wood, after that the radial and finally in the direction of the fibers. The use of raw timber is hard since it is difficult to guess how the shrinkage will happen. Timber for corner timbering should be dried before using. (<http://skogssverige.se/node/38327>)

Walls

The walls are perhaps the most remarkable aspect of a corner-timbered house which provide a number of advantages for the construction as a whole. For the stability of the wall the corners are essential. They have the task of tying the walls together and stabilise while being air and water tight. They need

to be carefully designed to handle the problems that can occur. This is further complicated by the varying dimensions of the traditional timber so that each log corner needs to be individually adapted. To make the logs airtight a groove needs to be cut according to the lower logs' profile on the upper log. This groove has traditionally been insulated with moss. To stabilise the walls between the corners, holes are drilled at certain intervals in both the lower and upper log in which wooden nails are inserted. (Sjömar s. 133)

Openings

Openings in corner timbered wall provide a problem since acts destabilizing as the corners become disconnected. The reinforcing wooden nails provide some support but generally the openings can be reinforced with planks inserted in grooves in the endings of the cut logs. (Söderberg 2005 s.27). The principle of providing a possibility of the wall to settle is important. Therefore a measure of extra space is carved out above standing timber inserted in the logs.

Roofs

The simplest form of roofing in corner timbered houses is when boards rest on horizontal logs fit into the end walls (Sjömar s. 152). The slant of the roof is determined by the desired roofing. Peat roofs for example demand a low slant so as not to slide off.

Floors

Floors have traditionally been laid resting on the bottom joist or historically between joists at the bottom. It has consisted of planks or cleft timber.

Foundation

The foundation is preferably built on firm ground sloping away from the building. This to prevent water assembling or splashing up at the bottom of the wall. The corners of the walls rest on foundations traditionally of stacked stones.

Opportunities and limitations

Timber

At the present there are a number of manufacturers of housing timber. Though today's forestry with its' focus on quantitative production does not cater to a large supply of quality timber

Further back in history when the population was smaller the supply of quality timber was greater.

An interesting project started in 1999 called "fetvedens vänner". They are a network of forest owners who have as purpose to provide a stock of heartwood-rich trees.

Such initiatives increase the possibility to get hold of high quality wood.

Manufacturing

Corner timbering on industrial basis is prevalent today with manufacturers building the houses in factories and then transporting them to the site of the client

Constructions

The construction of corner timbered houses can be limited by the demands and regulations. You will have to prove your house stands up to the energy-demands of the authorities.

(Lindberg)

New technologies

Acetylation of wood is a method where an acetyl is added to replace the hydroxyl in the long molecules of the plant cell. This makes the wood more dimensionally stable and more resistant to fungi and insects. (<https://cen.acs.org/articles/90/i32/Making-Wood-Last-Forever-Acetylation.html>).

Acetic anhydride is added to the wood chemically according to different methods. Either through vacuum drying in a microwave reactor, or through leaching and drying, or vacuum drying and impregnated and dried anew. The waste consists mostly of vinegar. (<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1217>).

This might be useful as a way of protecting the wood of a timber construction.

Sustainability

Corner timbering is a great alternative for a sustainable way of building. Wood binds carbon and is naturally produced. Since it is the wood itself that acts as a bond in the construction metal parts can be avoided to a substantial degree

Health

Timber is antistatic and thereby decreases the amount of dust in the air. A solid wooden construction or possibly insulated with cellulose insulation harmful emissions can be reduced.

CNC-technology

The modern CNC-technology allows for an advanced production. In combination with suitable software and multi-axis operations complex building components can be produced. Here there is an opportunity for the vernacular techniques which works through complex components and creates the possibility for even more complexity without much increasing the labour effort.

Proposal

The construction proposal laid forward utilizes the possibilities and faces the problem of a mostly through-and-through wooden building, constructively using gravitation and the deformation qualities of wood and tackling the problems of the same. It provides an overview of the technical challenges of general wooden construction and the specific solution. The specific corner-timbered/stave-construction combination chosen to give the possibility of insulation between the walls and experiment with a new type of interacting wooden systems. The result is a possibly modular system with the possibility of changing and adapting the parts in the framework of the building "matrix". The system acts as a whole but the parts can be tweaked further to enhance the constructive performance.

An opening has been left in the floor joists to provide a space for an imagined inorganic wetroom and installation shafts. Since this is not an integrated part of the constructive system it has been left out.

index

2.....	English Summary
3.....	Index
4.....	Abstract
5.....	Terminologi
6.....	Trä
7.....	Virke
8.....	Väggar
9.....	Öppningar, Tak
10.....	Golv, Grund
11.....	Möjligheter och begränsningar
12.....	Byggnadsmatris
13.....	Nyckel
14-15.....	Knutar
16-73.....	Ritningar
74.....	Källor

abstract



Abstract

Many modern construction methods suppose the use of environmentally damaging substances or high-energy-demanding products. As of today we see a rising interest in wood as it is a sustainable and renewable material. However it is often used as an exchangeable material, not fully appreciating the technical possibilities, especially with the aid of modern technology. The vernacular traditions of corner timbering and stave construction allow for disassembly and reassembly. This grants the opportunity of being able to move your house with you, or to construct it in one place and assemble it in another. In Sweden a large part of the cost of building is labour. By making a building that is essentially just stacked wooden components a lot of working time and money could be saved.

This thesis aims to look into the possibilities of construction systems based in vernacular traditions with emphasis on corner timbering and complex components.

The project is based on research done on the relevant construction techniques, how they work and what they entail.

By looking into all the constructive parts in a wooden construction the thesis works through the details in different parts and exemplify solutions. Through a simple design the main problems of a building project based on corner timbering and stave construction are examined.

The thesis results in a kind of matrix for further developing and detailing a modular system through the example presented. It is almost entirely made of wood and exhibits the necessary solutions for such an endeavour. They require however a complex shape that I believe is all the more probable in the future with new technologies of programmable cutting machines. Buildings can essentially be designed and printed. The thesis provides the knowledge and some necessary insights for designing according to the principles of corner timbering and some more complex combinations.

terminologi



Vågbord

Röstlus

Röstmoder

Vindöga

Knutkedja

Syllstock

Takved

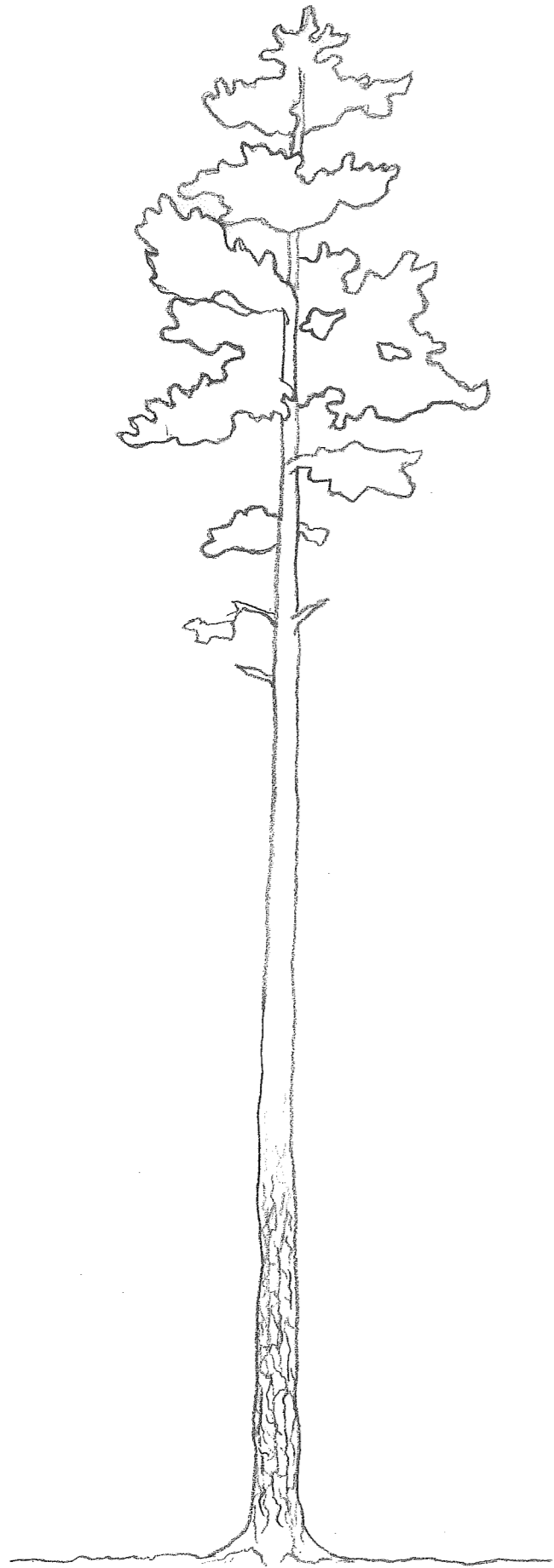
Vindskiva

Mittås

Sidoås

Gavelröste

Knutarm



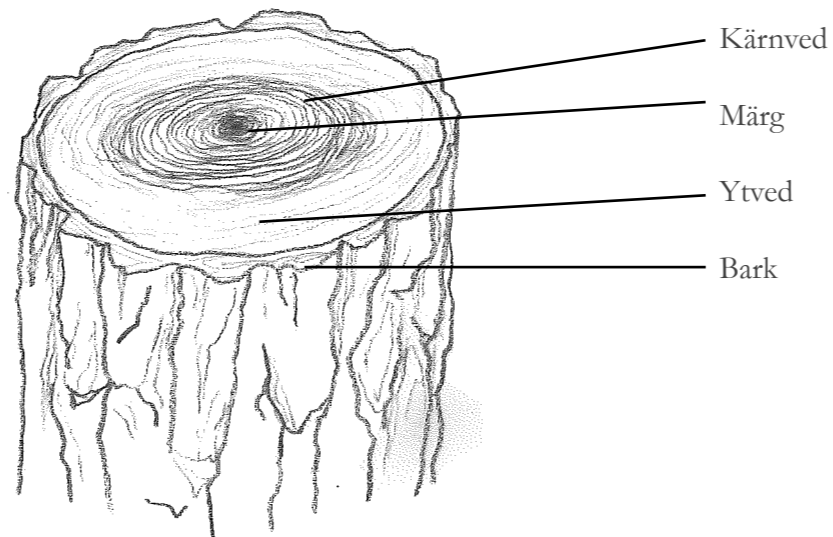
Träd

Det finns ingen tydlig biologisk definition av träd men det som man kallar träd är fleråriga vedväxter. Vedväxter är växter där stammen/stjälken förvedas genom bildandet av lignin. En vägledning till definition kan vara bildandet av en tydlig stam. (<http://www.ne.se/lang/vedv%C3%A4xt>).

Veden kallas botaniskt för xylem som är den vävnad som transporterar ämnen i stammen. Den består av trakeider och parenkymceller. Trakeiderna består av enbart cellvägg. (ved. <http://www.ne.se/lang/ved>, Nationalencyklopedin, hämtad 2014-03-19.) Veden omger trädets märke och omges i sin tur av kambiet, bastlagret och barken (Thunell s.11) I kambiet nybildas celler i tangentialled i barrträden. Inåt stammen från kambiumskiktet bildas vedceller och utåt bastceller. Nybildningen börjar i knoppen och bildar sedan en hinna över stammen genom celledelning och sträckning. (Thunell s.16)

Träämne

Historiskt har timret valts på plats i skogen enligt de uppfattningar efter erfarenhet och tradition som gällt för riktiga. I dagens industrialiserade virkesproduktion finns det lite möjlighet att komma över passande virke i trävaruhandeln. Några nischade distributörer av hustimmer förekommer. Det finns även ett antal tillverkare av laminerat timmer med fräst form och drag som avlägset efterliknar byggtimmer taget ur en



stock. De tillhandahåller även byggsatser av färdigutformade hustyper. Vid användning av den här typen av "timmer" är dock tork- och krympningsegenskaperna mycket annorlunda heltimmer, generellt sett mer formstabil (<http://www.overbygg.se/kvalitet-2/timmerhus/>).

Val av virke

Vid knuttimring spelar valet av virke stor roll eftersom byggnadsmaterialet består av så pass stora delar av samma träd. Stockarna är bearbetade men inte i så hög grad som till exempel bräder vilket ställer krav på träämnet. Träd som väljs för att bearbetas till timmer skall vara raka och högväxta och fällas i midvintertid (januari/februari). (Holmberg s.68-72) Det finns i uppteckningsmaterialet om timmer insamlat av nordiska museet en mängd olika sätt att se om ett träd är moget och lämpligt för timring. Jag har inte själv gått igenom dessa utan hämtar referenserna från Peter Sjömars avhandling.

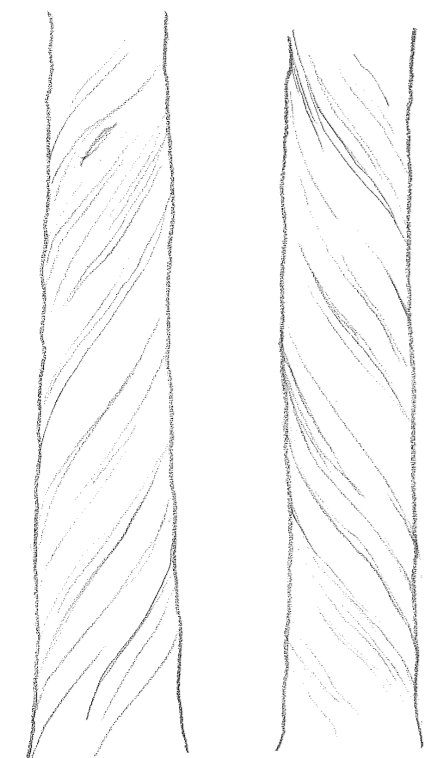
För att ha hög rötbeständighet bör kärnvirkesandelen vara hög. Kärnvirket är i furu rik på pinosylvin och pinosylvinmonometyl vilka har fungicida egenskaper. (Sjömar s. 208) Olika sätt att bearbeta stockarna kan ha sitt upphov i att vilja minska mängden känsligare ytved och frambringa kärnan till de utsatta delarna. Det har dock funnits olika uppfattning om detta historiskt. (Sjömar s.205)

För att öka mängden kärnvirke och hartser i stammen kan man randbarka eller toppkapa träden. Metoderna fungerar lite olika och är olika snabba. Vid randbarkning barkas stammens sida till omkring sju meters höjd. Genom att skada trädet utlöses trädets försvarsmekanismer och de röthämmande effekter ökar. (<http://www.fetvedensvanner.com/randbarkning.html>)

virke



Sprickbildning i bilat timmer (boningsbus från Norra Finnskoga socken)



Motsols vridet träd

Medsols vridet träd (solvint)

Krympning och torkning

Historiskt har virke vanligtvis grovhuggits på plats i skogen för att sedan torkas över sommaren. Krympningen varierar över tid men är som störst den första tiden. Den största krympningen sker i träets tangentiella riktning (4,0-14,0% rått till helt torrt) varefter i den radiella (2,0-8,5%) och minst i fiberriktningen (0,1-0,35%). (Thunell s.40)

Användning av rått virke vid timring är inte att rekommendera då det är mycket svårt att förutse hur timret krymper den första tiden. Använt rått timmer är risken för otätheter stor. Numera torkas timmer tänkt för husbyggande i torkkammare för att nå en lämplig fuktkvot på kortare tid. Längre torktider ger dock bättre kvalitet men för att uppnå låga fuktkvoter bör timret torkas inomhus. (<http://skogssverige.se/node/38327>)

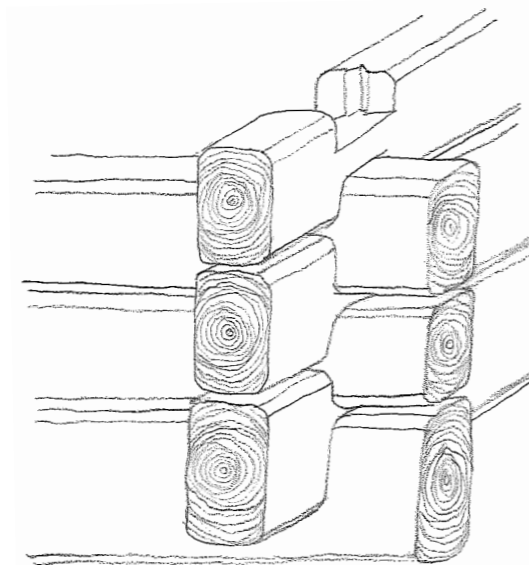
Sprickbildning

När virket torkar dras fibrerna ihop vilket orsakar sprickbildning. Detta sker vanligen den kortaste vägen från kärnveden till timrets yta. Avståndet häremellan minskas när timret bilas vilket gör att man kan förutsäga att sprickorna borde bildas utmed de plana sidorna. Genom att göra ett spår i timret, så kallad märgspräckning, kan man rikta sprickbildningen dit. Minst skada bör det göra på ovansidan där vatten inte har möjlighet att ta sig in och bli stående samtidigt som man undviker den vidgning av draget som skulle uppstå vid märgspräckning på stockens undersida. (Sjömar s.255)
Märgspräckningen utförs helst innan träet torkat för mycket. (Håkansson s. 25)

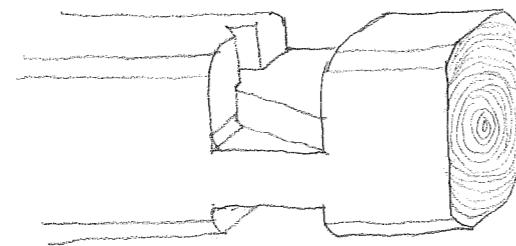
Vridning

Normalt vrider sig trä aningen motsols vilket inte påverkar formstabiliteten i någon högre grad. Träd vridna medsols är däremot vridna kraftigt genom hela stocken vilket skapar problem då stocken gärna vill vrída sig ur genom att räta ut fibrerna vilket orsakar påfrestningar i knuten och kan få stockvarven att bli otäta. (Sjömar s. 240f)

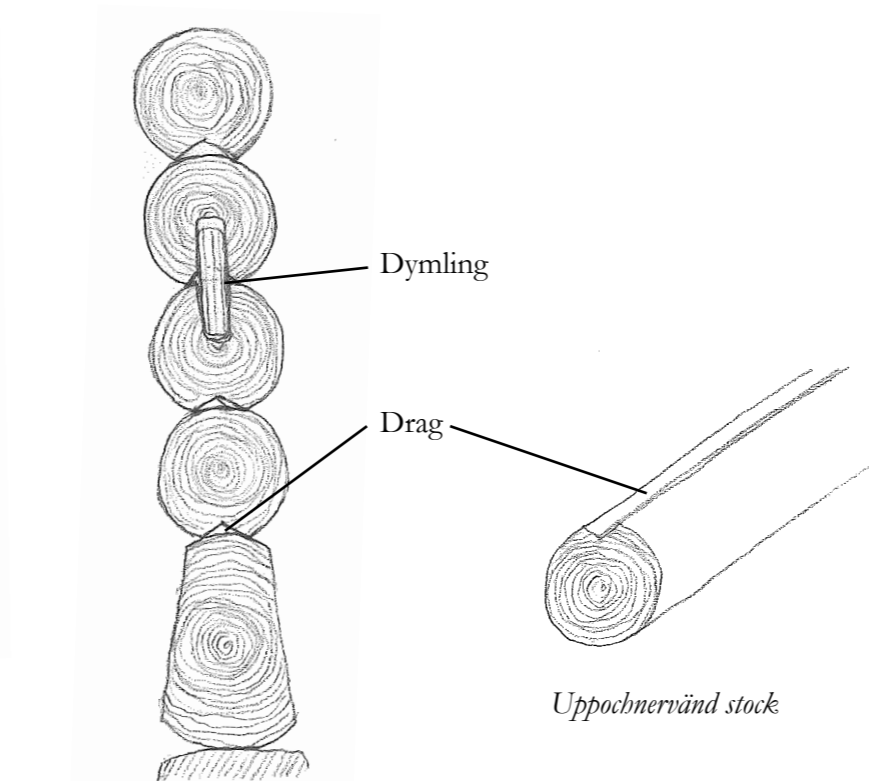
väggar



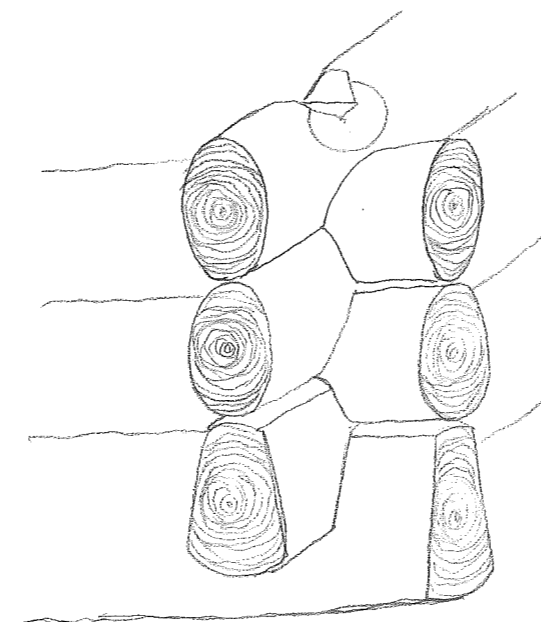
Exempel på enkelbaxknut, bilat timmer



Sektion genom knut



Väggsektion rundtimmervägg



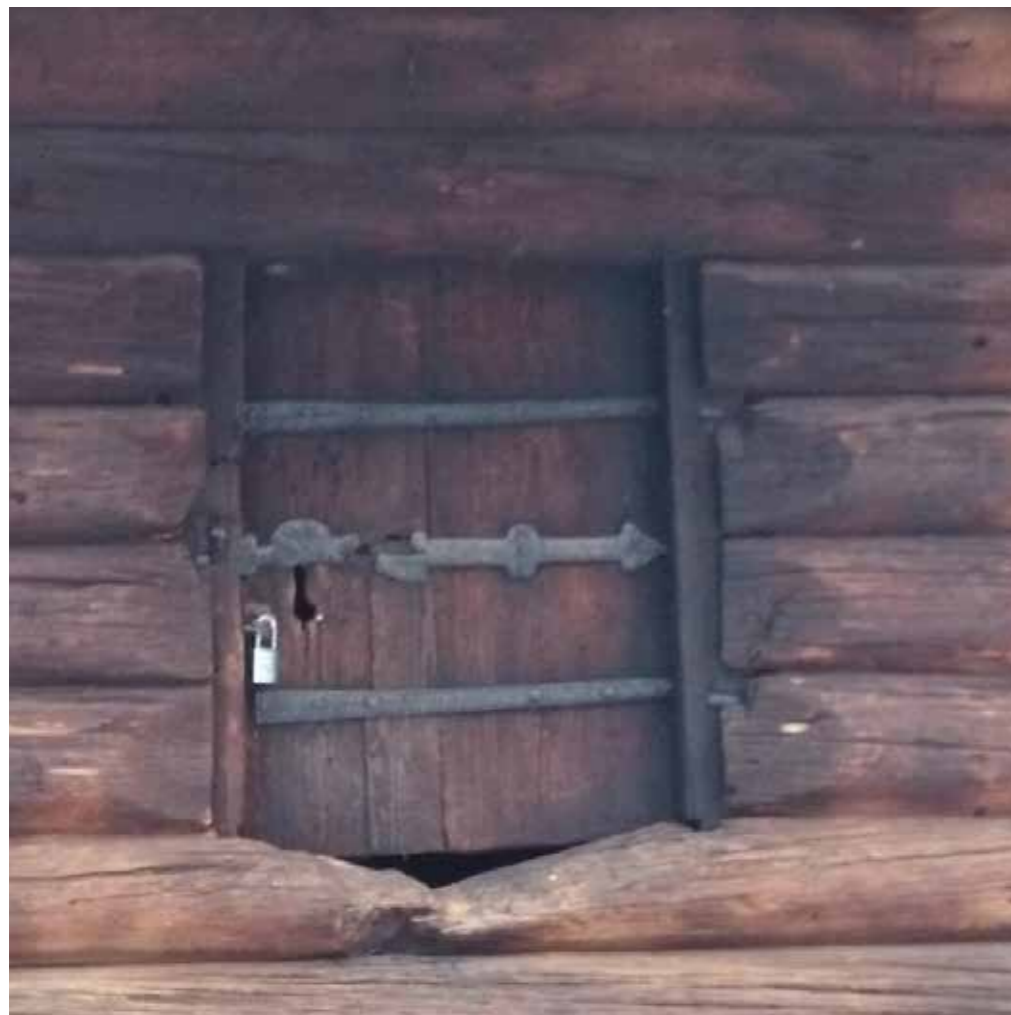
Raulandsknut

Väggarna är kanske det mest utmärkande för en liggtimmerbyggnad och ger en rad fördelar och förutsättningar för konstruktionen i övrigt. För väggarnas stabilitet är knutarna, stockarnas förbindelser i hörnen, den kritiska punkten. Knutarna skall sammanfoga väggarna och stabilisera dem samtidigt som de är täta och vattenavledande. Den till synes enkla lösningen kräver ett omsorgsfullt utformande för att lösa konstruktionen och hantera de problem som uppstår. Knutarna har i uppgift att låsa stockarna i varandra och i förhållande till byggnadens form. Det kompliceras ytterligare av att stockarna i sig har olika dimensioner inbördes och individuellt vilket gör att det är svårt att arbeta schablonmässigt.

För att täta emellan stockvarven finns det lite olika metoder. I Norden har man traditionellt ”dragit” (meddragit, mejat etc) stockarna för anpassa dem till varandras anläggningsyta. Det innebär att den underliggande stockens form avritas på den övres med ett s.k. dragjärn eller en passare och att det sedan huggs eller sågas ut ett spår på undersidan av den övre stocken. Med en jämn distans får man en anpassad form. Detta har på varmare byggnader tätats med mossor. Det har även använts lindrev eller t o m mineralull i nyare tid. Fördelen med mossan är att den sväller när den blir blöt vilket tätar ytterligare när det är nödvändigt. Dock kan rötriskan öka något (Trogen, En timmermans teorier om timring). För att stadga väggarna mellan knutarna borras hål från övre till nedre stock vari träna glar s.k. dymlingar infästs. Dessa infogas omväxlande ovanpå och med avstånd emellan så att ett stockvarv ovanför aldrig har dymlingar direkt över ett underliggande stockvarvs. Stabiliseringsmetoden hindrar att väggarna bukar ut eller blir deformerade och är speciellt viktig i röstena, de väggpartier i gavlarnas övre del som inte är kopplade till någon knutkedja. (Sjömar s. 133)

öppningar

tak



Dörr med svärd

Ett problem i den liggtimrade konstruktionen är öppningar i stockvarven. När en stock kapas av och förlorar en koppling till knuten försvagas stabiliteten i väggen. Stockarna stabiliseras av dymlingarna i väggen men kan vid fönster- och dörröppningar behöva ytterligare förstärkning. Detta görs då medelst svärd eller gåt. Där svärd är en plankformad förstävning som placeras i ett spår i de avkapade stockarnas ändrar vid vägghålet. Gåt gäller för att vara en T-formig variant mer anpassad för infästning av en karm (Söderberg 2005 s.27).

Man har ogärna satt fler än ett fönster per vägg då man i sådant fall skulle lösa de mellanliggande stockarna från förbindelse till någon knut och därigenom göra den delen instabil. Det är möjligt att göra det genom dymlingar och svärd kring fönstren men inte med samma stabilitet (Sjömar s. 150)

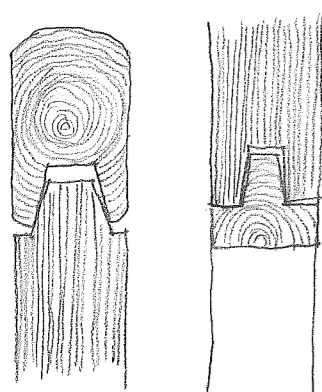
Det är viktigt att vid infästning av dörrförstävning göra utrymme för et sjunkmån så att timret inte hänger sig på gåten eller svärdet när det krymper. Denna princip gäller genomgående i konstruktionen.

Det finns ett antal traditionella metoder att bygga tak. Enklast är åstaket där taket bärs upp av en mittås och eventuellt sidoåsar. Härpå vilar taktro av dimensioner som är tillräckligt bärkraftigt för att bära upp ett taklag utan ytterligare underlag. (Sjömar s. 152)

En annan variant är Ås-sparrtaket där sparrar vilar på åsarna och bär upp taktron som då har en annan riktning, jämför takstolar - takspånt. (Sjömar s. 154)

Beroende på vilken takvariant man väljer belastas olika delar av byggnaden i åstaken mest gavlarna och vid ås-sparrtaket även långsidorna. Dessa behöver då förstärkas med tvärband som timras in mellan stockvarven på dessa.

Takbeläggning finns det olika varianter av och dessa påverkar valet av takkonstruktion. Exempelvis kan ett spåntak vara brantare än ett torvtak då torven vid för branta lutningar skulle glida av.



Gåt - sektion och plansnitt



golv



Äldre golv av timmerklover på loftbod



Golv har traditionellt lagts på sillstockarna i ett spår eller mellan två stockvarv (äldre tid). Golvet har antingen bestått av plank eller klover av timmer. En intressant variant är loggolvet som spänns samman av kilar i olika system.

För att isolera golvet har olika metoder använts och förordats. Vanligt har varit att göra mullbänkar där jord inbyggs dikt muren i grunden. Mullvarv är en metod där ej inbyggda fyllnadsmassor anlagts muren. Fyllnadsmassor av olika material har brukats. (Werne s.148)

grund

Grund

Grundläggningen beror som bekant på underlaget. Timmerhus har traditionellt byggts på en plats där det bildas ett naturligt fall från väggarna, och på väl-dränerade platser till exempel på hälleberg. Man har placerad grundstenar under de viktigaste punkterna, knutarna och sällan har de eventuella murarna mellan dessa någon bärande funktion utan består av stenfyllnad. Grundstenarna har sällan grävts ner till frostfritt djup utan man har förlitat sig på valet av plats och byggnadens formstabilitet. Grundstenarna har bestått av en eller flera stenar stabilt staplade på varandra och med en stabil anställningsyta (Werne s.127). Om grunden varit mer osäker t ex nära kustområden har man använt sig av en metod där man grävt ner upplag av stockar i leran och på så sätt skapat en sula. Så länge stockarna inte utsätts för fuktvariation är detta tämligen stabilt och bör inte vara utsatt för röta (Drange). Det är därför rekommenderat att komma under grundvattennivån för att fukthalten i träet skall vara konstant.

Vägg på dålig grundläggning



möjligheter och begränsningar

Virkestillgång

Det finns idag att flertal företag som tillhandahåller virke för timring.

Skogsbruket idag med fokus på kvantitativ virkesproduktion borgar inte för att det virket som finns att få tag på är bästa möjliga. Längre bak i historien när virkesåtgång och befolkningstryck var lägre kunde timmer lämpligt för byggnader lättare fås tag på.

Ett intressant projekt igångsatt på 90-talet är Fetvedens vänner som är en sammanslutning av skogsägare med syftet att bland annat tillhandahålla en "virkesbank". Tanken är att en viss del av skogsägarnas produktion skall ägnas åt att framställa "fetved" eller "tjärved" genom randbarkning och toppkapning.

Sådana initiativ ökar möjligheterna att kunna införskaffa lämpligt hållbart virke till timmerkonstruktioner.

Tillverkning

Timring på industriell basis förekommer idag. Stommen timras upp i fabrik för att sedan transporteras till byggplatsen. Oftast torkas timret i ugnar.

Konstruktioner

Till de ändamål som de timmerhus klassiskt använts såsom ekonomibygnader och bostadshus kan de vara mycket lämpliga. BBR kan dock begränsa möjligheten till åretruntboende om ägaren inte kan visa att energiåtgången blir låg. På grund av timrets svårberäknade luftflöde är det inte alldeles enkelt att räkna på byggfysiken. (Lindberg)

Arbetskraft och utbildning

Timmermansutbildningar har sedan slutet av 1900-talet ökat i antal efter att intresset för tekniken ökade. Idag finns det flera utbildningar på olika platser i landet. Oftast ligger fokus på byggnadsvård då det finns ett stort behov av detta.

Detta har gjort att tillgången på arbetskraft och möjligheten att få tag i kompetens har ökat avsevärt. Timmermän finns att få tag i flera landskap och intresset fortsätter att öka (Lindblad

s.27)

Verktyg

Dagens verktyg förenklar avsevärt många av timringsteknikens arbetsmoment. Motorsågen förenklar knuthuggning, kapning och dragning. Kranar förenklar montering av stommen och sparar på timmermännen.

Nya tekniker

Acetylering av trä är en metod där man tillför en acetylgrupp för att ersätta hydroxylgruppen i växtcellens långa molekyler till exempel lignin och hemicellulosa. Det gör trä formstabil och resistent mot svamp och insektsangrepp (<https://cen.acs.org/articles/90/i32/Making-Wood-Last-Forever-Acetylation.html>).

Processen går i korthet ut på att ättiksyraanhydrid tillförs trä på kemisk väg enligt olika metoder; antingen genom att trä vakuamtorkas i en mikrovågsreaktor, att det vattenlakas och torkas eller vakuamtorkas impregneras och torkas på nytt. Spillämnen blir till största delen ättika. (<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1217>).

Hur detta kan vara till nytta för timmerbyggande behöver undersökas ytterligare. Vilka förbehandlingskräv. Måste man hugga upp knutar och annat innan behandling på grund av formförändringen osv. Formstabiliteten ökar möjligheten att få täta och varma timmerhus om metoden skulle visa sig applicerbar.

Hållbarhet

Med dagens stora miljöproblem utgör timringstekniken ett ypperligt alternativ. Vid användning av rätt virke kan ett hus stå i mycket lång tid och således binda kol. Konstruktionsmetoden innebär att i stort sett bara biologiskt nedbrytbara material används.

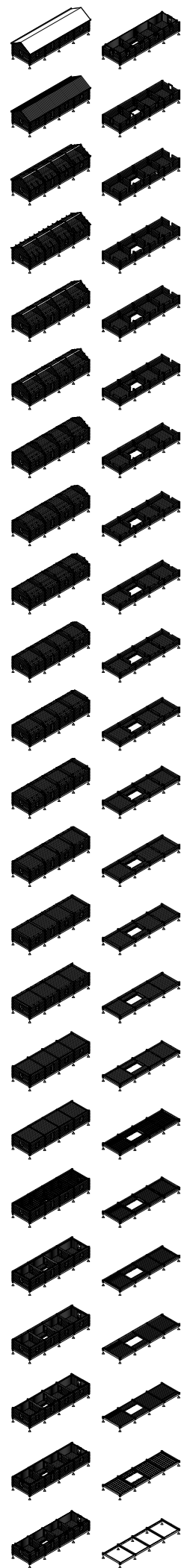
Hälsa

Eftersom timmerhus är antistatiska är dammförekomsten i inomhusluften lägre än i konventionella byggnader. Emissioner av skadliga ämnen kan i stort sett elimineras.

CNC-teknik

Den moderna CNC-tekniken öppnar stora möjligheter för förtillverkade byggsatser. Som konstruktion lämpar sig knuttimring då det ju är en form av byggsats. Med olika programvaror och CNC-maskiner med ett flertal axlar kan komplicerade former fräsas. Detta öppnar för att mer komplexa förtillverkade byggnadsdelar kan produceras för att skapa byggsatser med intrikata konstruktiva system och detaljer utan stor arbetsbelastning/kostnad.

Arbetets följande del ägnas åt en analys av ett tänkt enklare byggprojekt som kombinerar knuttimring och stavbyggnadsteknik utifrån de konstruktiva förutsättningarna.



matris

Följande del är tänkt som en analys och ett klargörande av träbyggnadsteknikens möjligheter. Byggnaden i sig har använts som ett verktyg för att upptäcka och lösa de tekniska problemen och analysera byggnadsdelarnas nödvändiga utformning. Utifrån ritningarna och detaljlösningarna kan man sedan gå djupare och förändra utformningen och vässa detaljerna ytterligare. Byggnaden utgör en princip för ett modulärt system i form av en "skalvägg" där den yttre timmerväggen utgör klimatskydd och den inre stavväggen och bjälklagen avgränsar från ett isolerskikt tänkt för lösull. Då den yttre timmerväggen har ett något annorlunda verkningssätt än den inre stavväggen (liggande respektive stående timmer) måste problem med sjunkning och inpassning lösas.

En öppning har lämnats i golvbjälklagen för en tänkt oorganisk våt- och installationskärna. Men eftersom denna inte utgör en integrerad del i träbyggnadssystemet har jag valt att inte visa den.

De grå rutorna relaterar till en intervju gjord med Ulf Bergfjord som har ett stort intresse för knuttimring och har uppfört en mindre byggnad med ett flertal olika knuttyper med traditionell teknik. Detta har använts som ett sätt att diskutera möjligheterna och relevansen, styrkorna och svagheter med lösningarna presenterade här.

nyckel

N - Norr
S - Syd
O - Ost
V - Väst

ö - översida
u - undersida

d(nr.) - detalj

a, b, c, d, e - särskiljande av läge väst till ost

1, 2, 3 etc - särskiljande av läge höjded, ner - upp

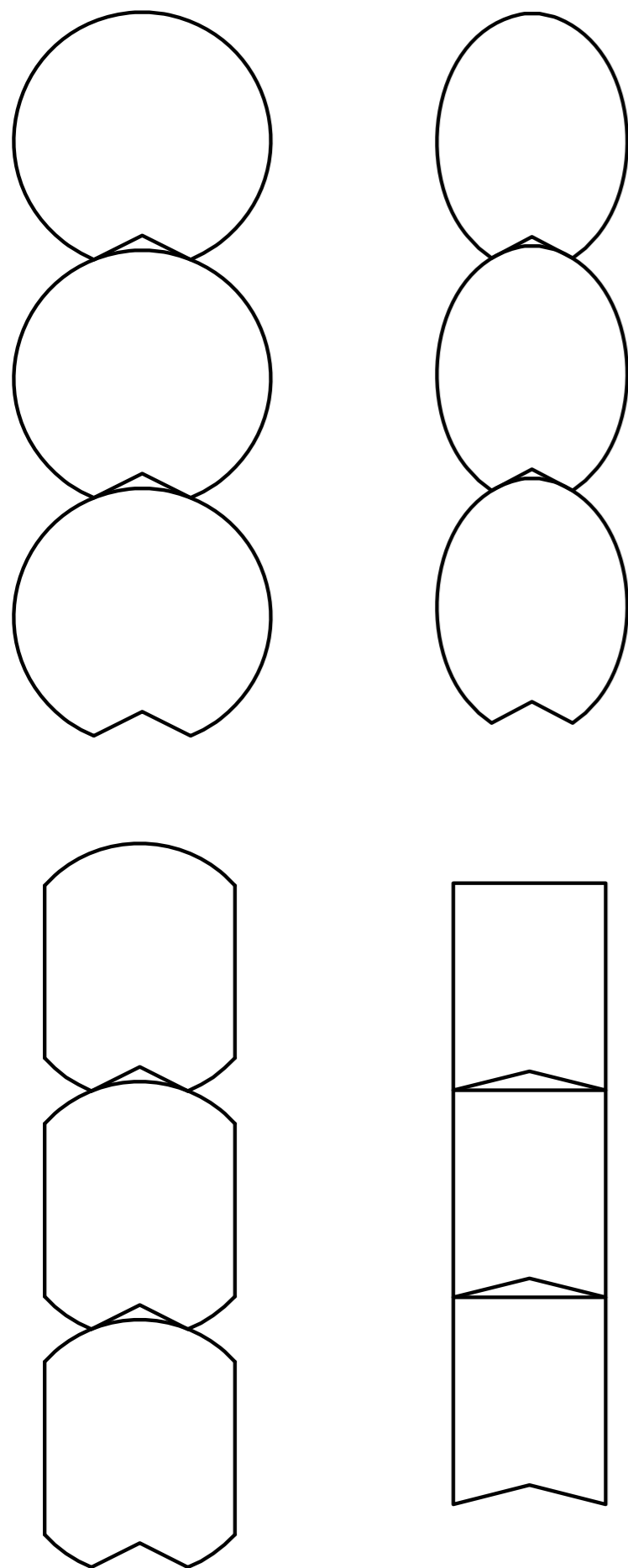
sb - syllband
vb - väggband
hb - hammarband

rm - röstmoder
rf - röstfader
rb - röstbarn
rl - röstlus

tå - takås
nå - nockås

ss - stavsyll
shb - stavhammarband

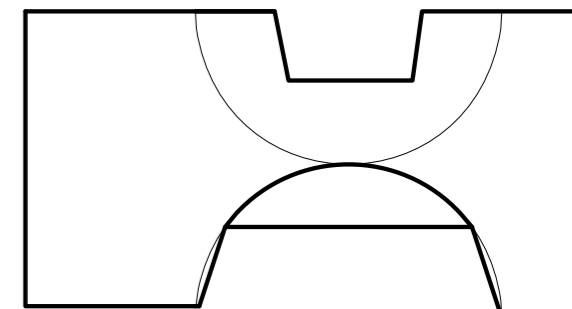
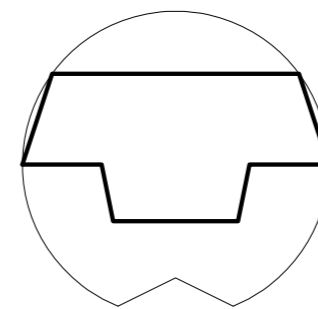
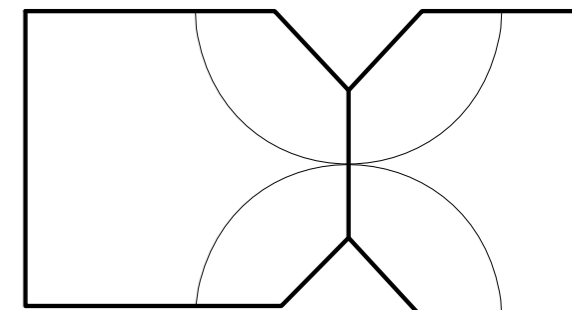
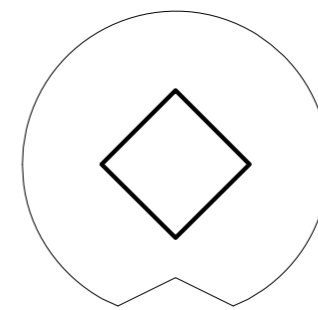
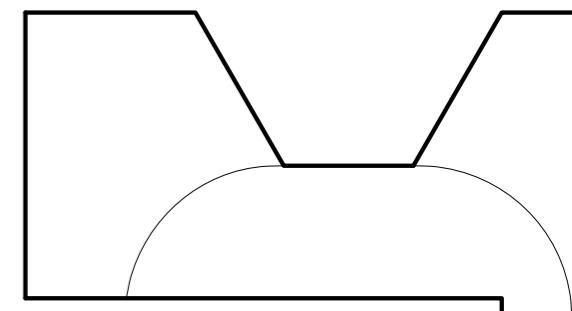
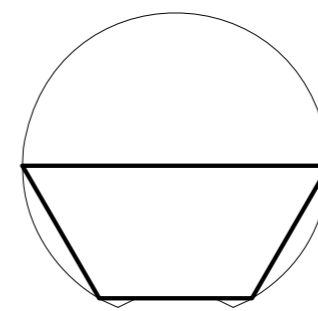
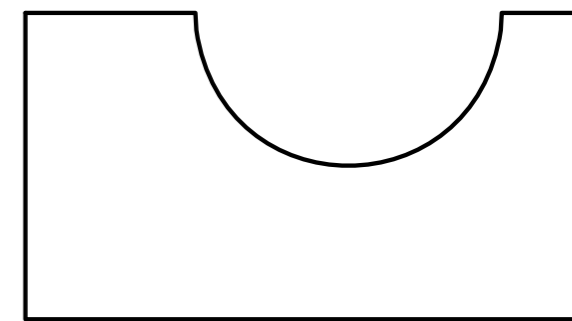
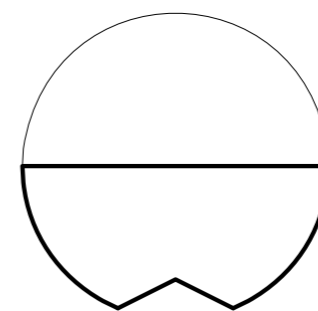
tt - taktro

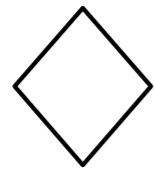
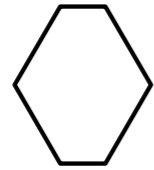
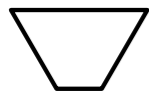
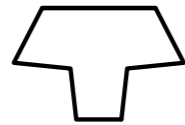
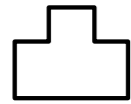
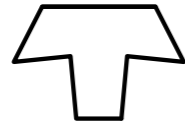
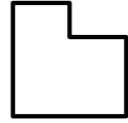


Det finns en mängd möjliga stockprofiler att använda. Bilandet av timret handlar om att exponera kärnveden och således se till att verkets hållbara delar är de som utsätts för klimatet. Det handlar också om att minska vikten för att förenkla hantering. Valet av stockprofil ger olika estetik till byggnaden. Jag har valt en slätbilad variant av främst ritningstydlighetskäl. Den skapar en enhetlig fasad med mer subtila markeringar av stockvarven.

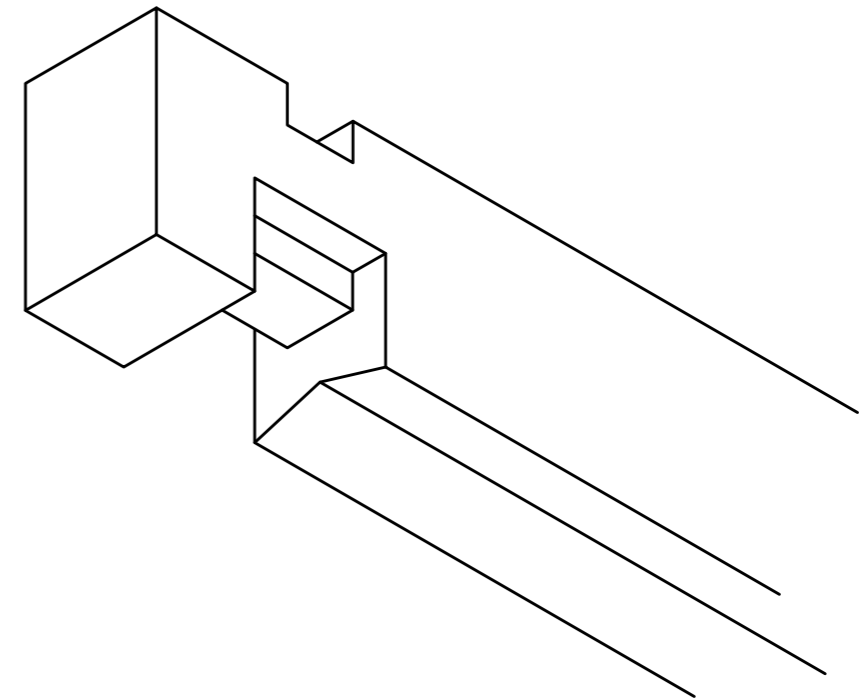
Till höger finns ett antal exempel på timmerknutar; från den enklaste där den övre stockens profil utgör knuten till en variant av underhaksknut.

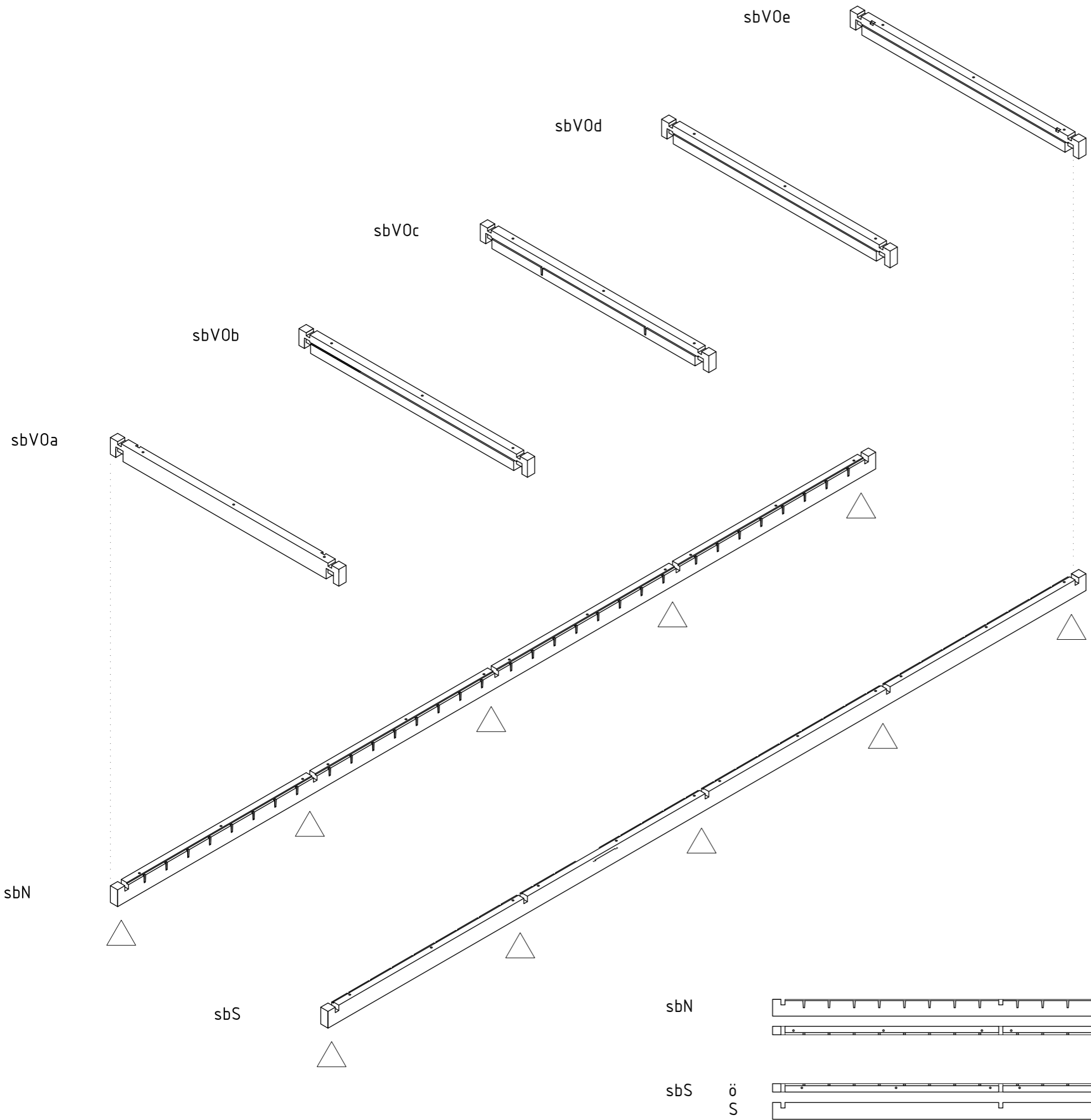
Knutarnas sätt att hantera drivvattnet varierar. På nästa sida finns några exempel på sektioner genom knutar. Knutarna skall täta för drivvattnet. Kommer drivvatten in kan knuten antingen avleda vattnet genom fall eller så kan knuten vara utformad för att täta ytterligare genom att trät pressas samman mot underliggande stock. Jag har valt en underhaksknut tänkt att nypa åt på ovansidan av underliggande stock och därigenom täta. Förbättringar av knuten skulle kunna vara mer fasningar för att täta ytterligare och säkra knuten bättre genom större anliggningsyta.



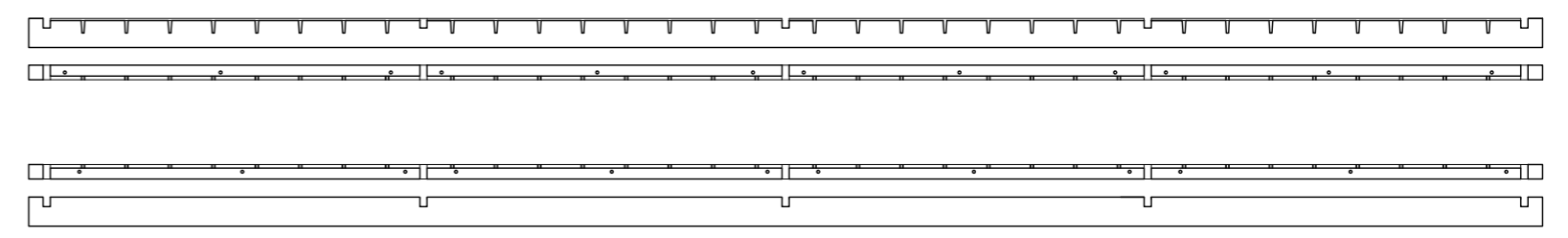
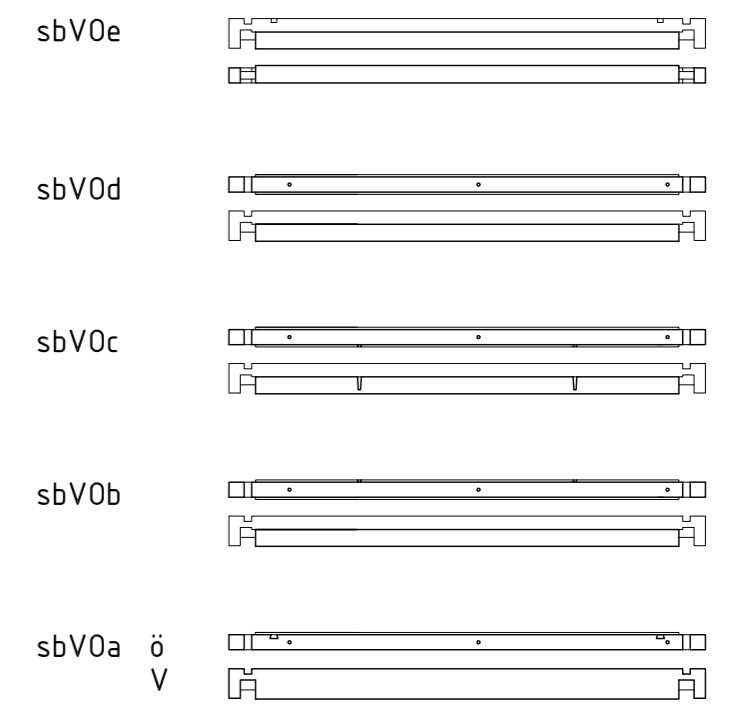


Problemet med den här typen av knut kan vara att vattnet blir stående om det skulle komma in. Det kan avhjälpas genom att en rygg finns på det övre haket som leder ut vattnet. För att garantera tätheten är det därför mycket viktigt att det finns sjunkmån i knuten så att haket inte öppnas om träet krymper och den övre stocken blir vilande på tröskeln. De raka snitten ökar risken för otätheter när träet krymper. Om den haft fasningar tätas knuten när träet krymper och sätter sig.



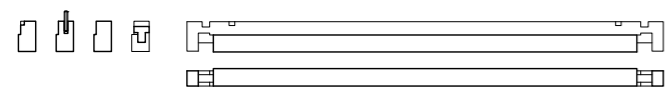
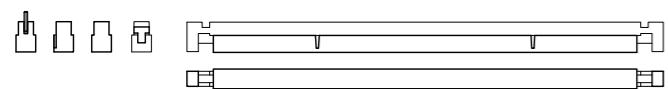
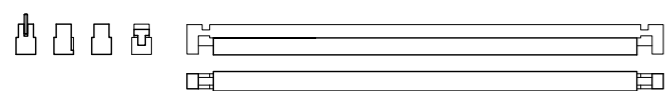
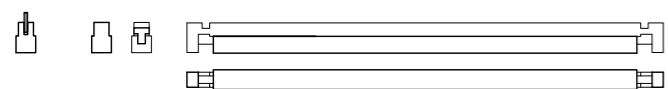
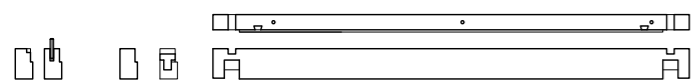


Syllstockarna i norr och söder är försedda med urtag för infästning av bottenbjälklaget som sedan kan bar a det undre golvet. tänkt för installationer och isolering i form av lösull eller kutterspån möjligen. fördelen med kutterspån är att det är trä och betar sig på liknande sätt som timret. Syllstockarna har en avsats för golvupplaget.

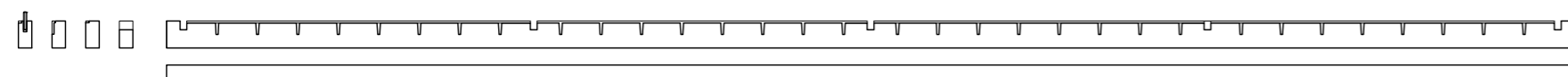
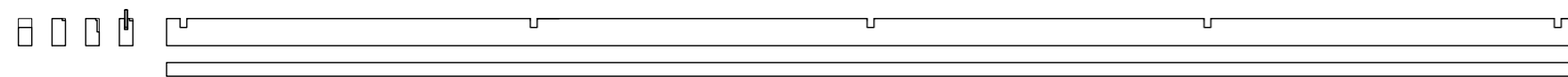


Ulf Bergfjord har använt sig av kärnfura de första timmervarven där träet är som mest utsatt för att sedan använda gran. Gran är mer lätthanterligt men känsligare. Ulf har även gjort en halvsvell för att skapa en jämn underkant på sin byggnad.

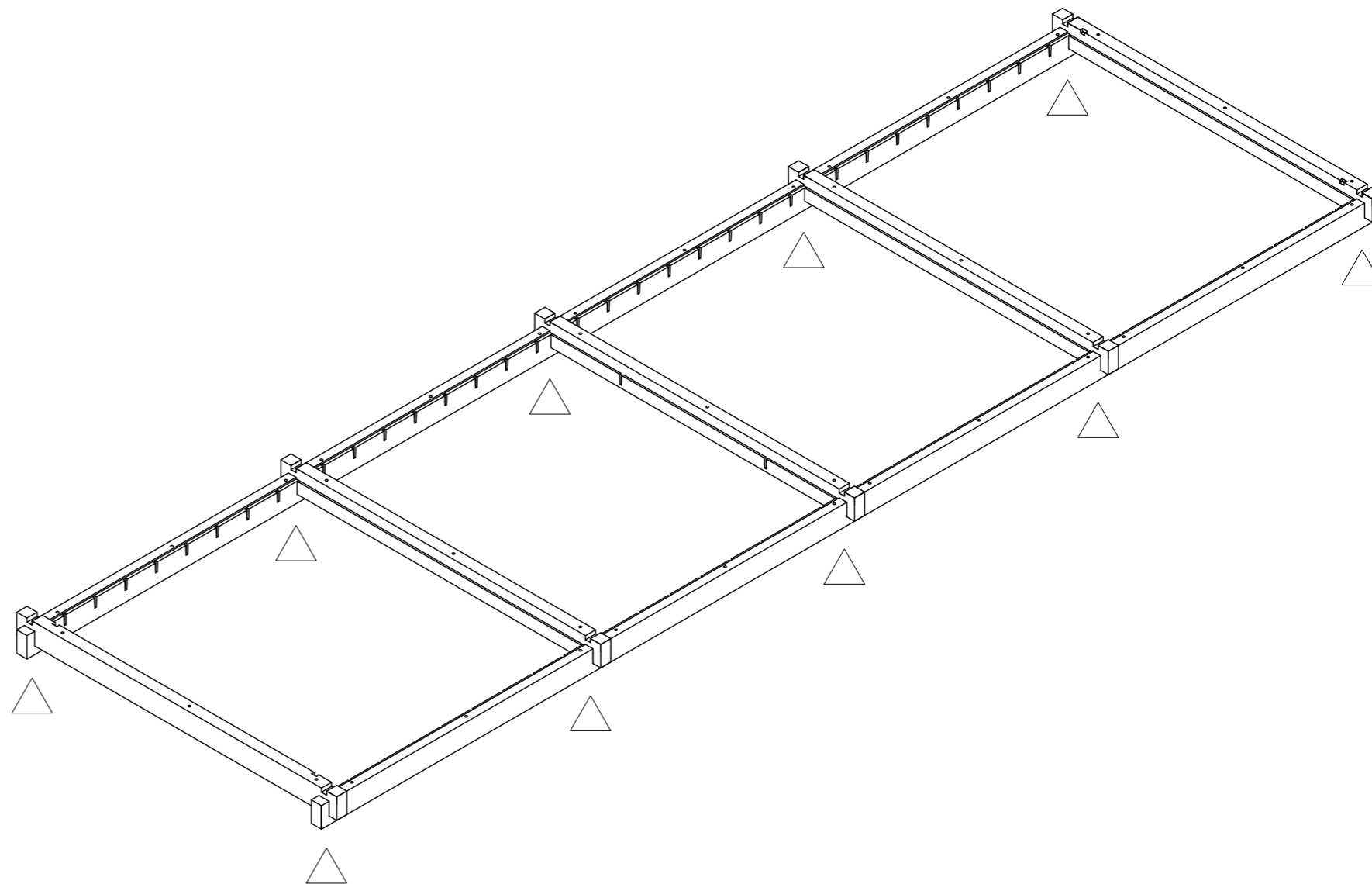
sektioner

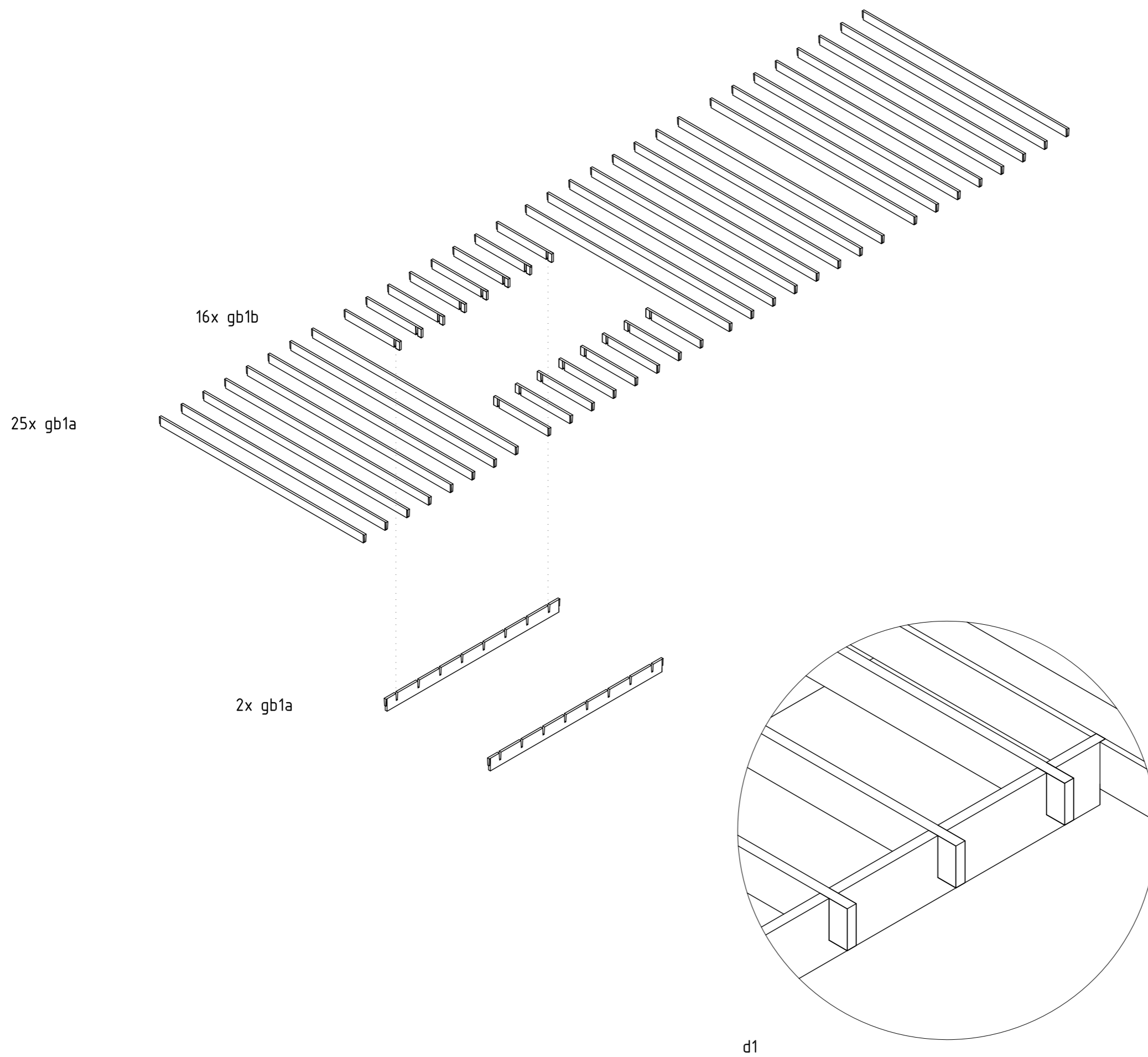


O
U



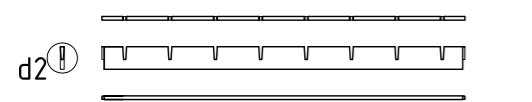
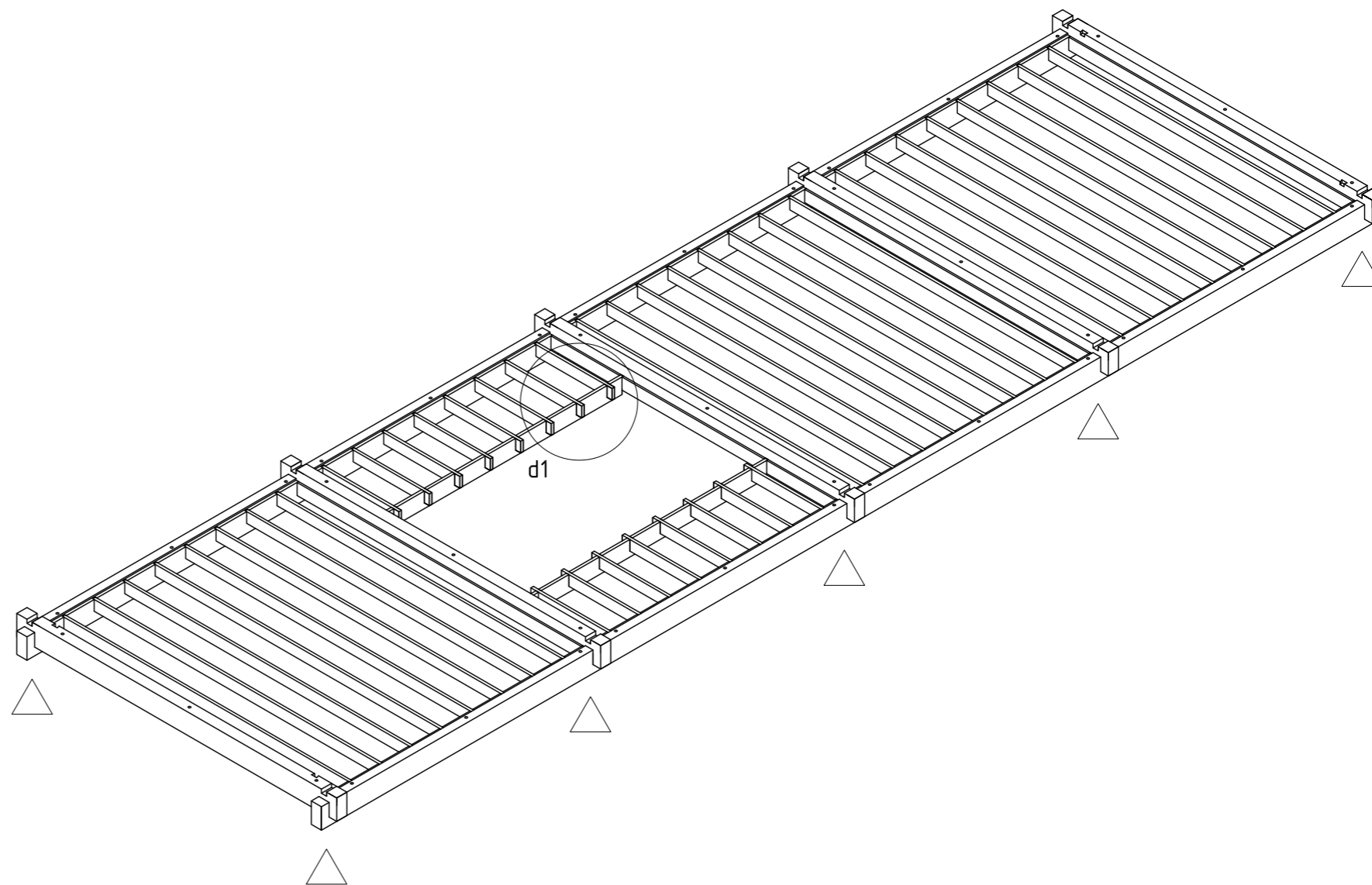
N
U





Golvbjälkarna inkilas i urtagen i syllvarvet och även i "tvärbjälkar" som ger möjlighet till utrymmet för det tänkta våtrumspaketet(d1).

Liknande teknik har använts av Ulf. Han har dock laxat in bjälkarna för att stabilisera ytterligare. I matrisen har stavsyllen denna funktion.

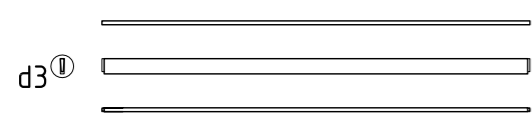


2x gb1a



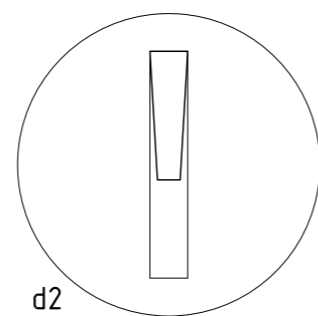
0(V)
u

16x gb1b

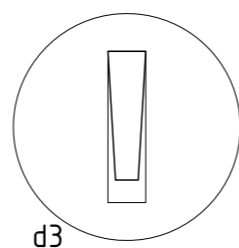


ö
0V
u

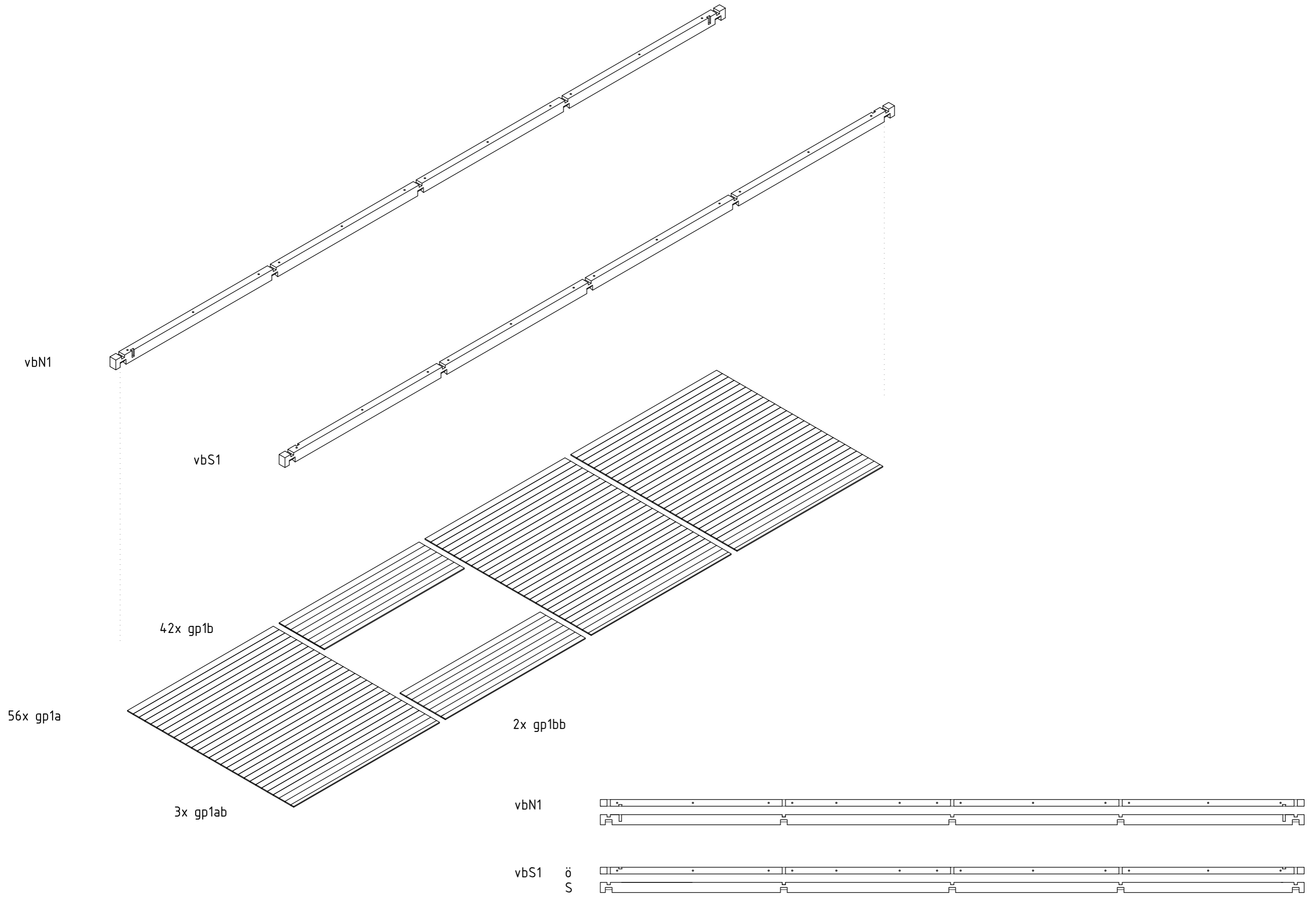
25x gb1c

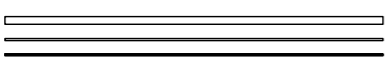
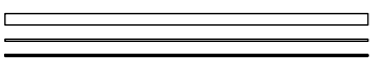
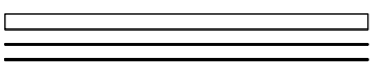
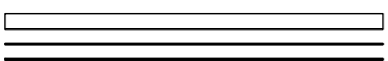


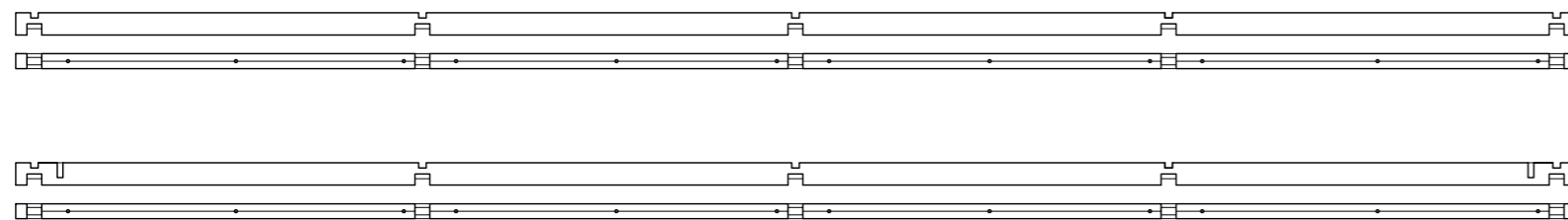
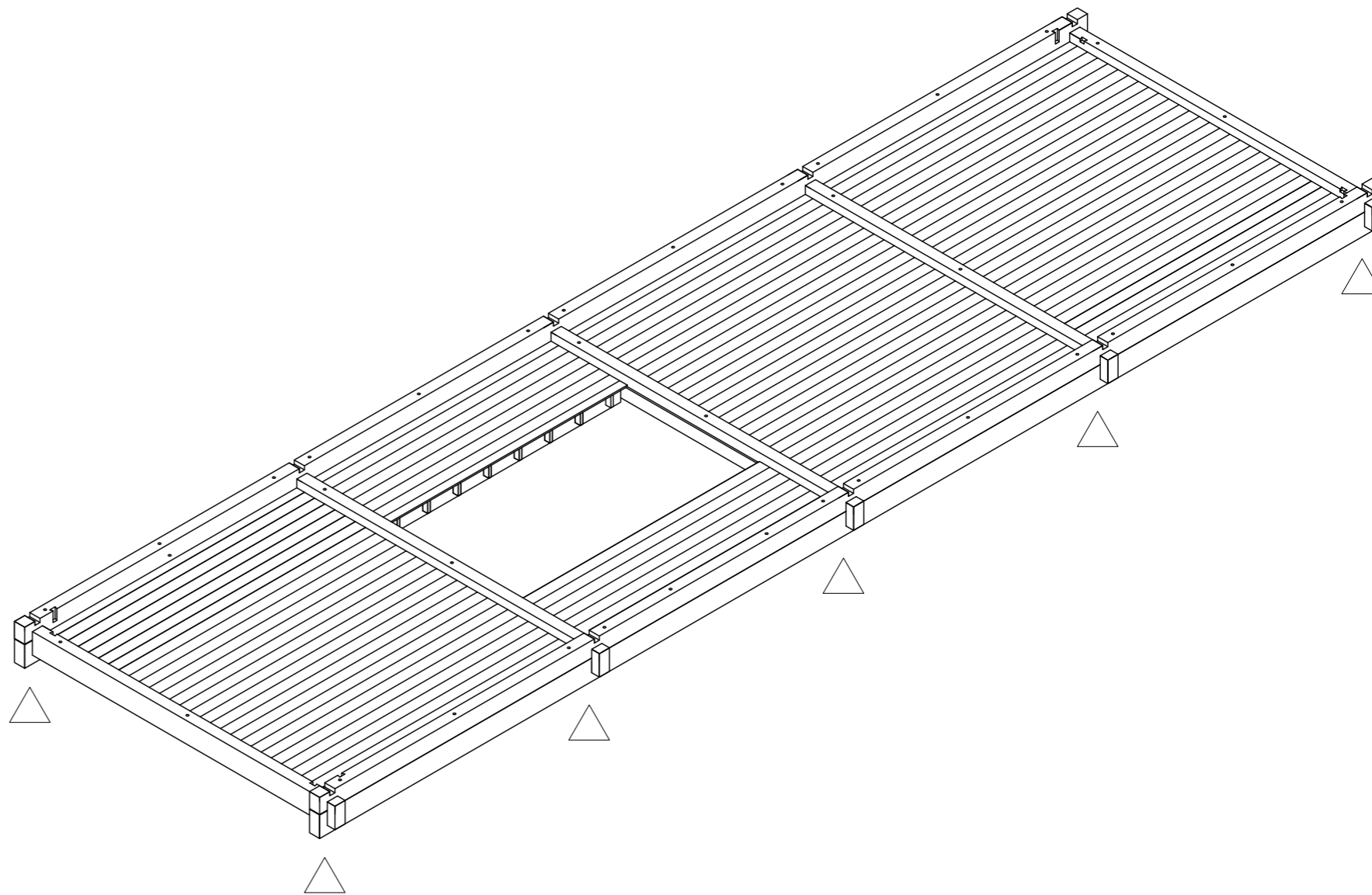
d2



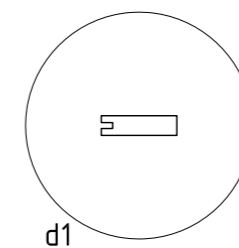
d3



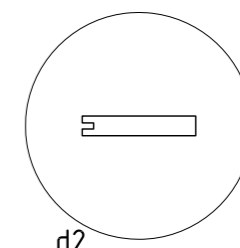
- d1 ⊖  3x gp1ab
- d2 ⊖  2x gp1bb
- d3 ⊖  42x gp1b
- d4 ⊖  56x gp1a



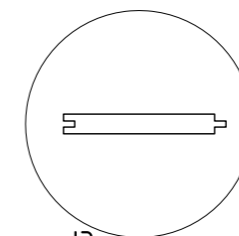
N
u



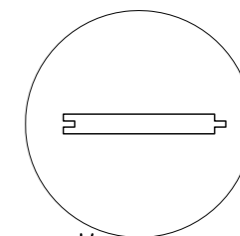
d1



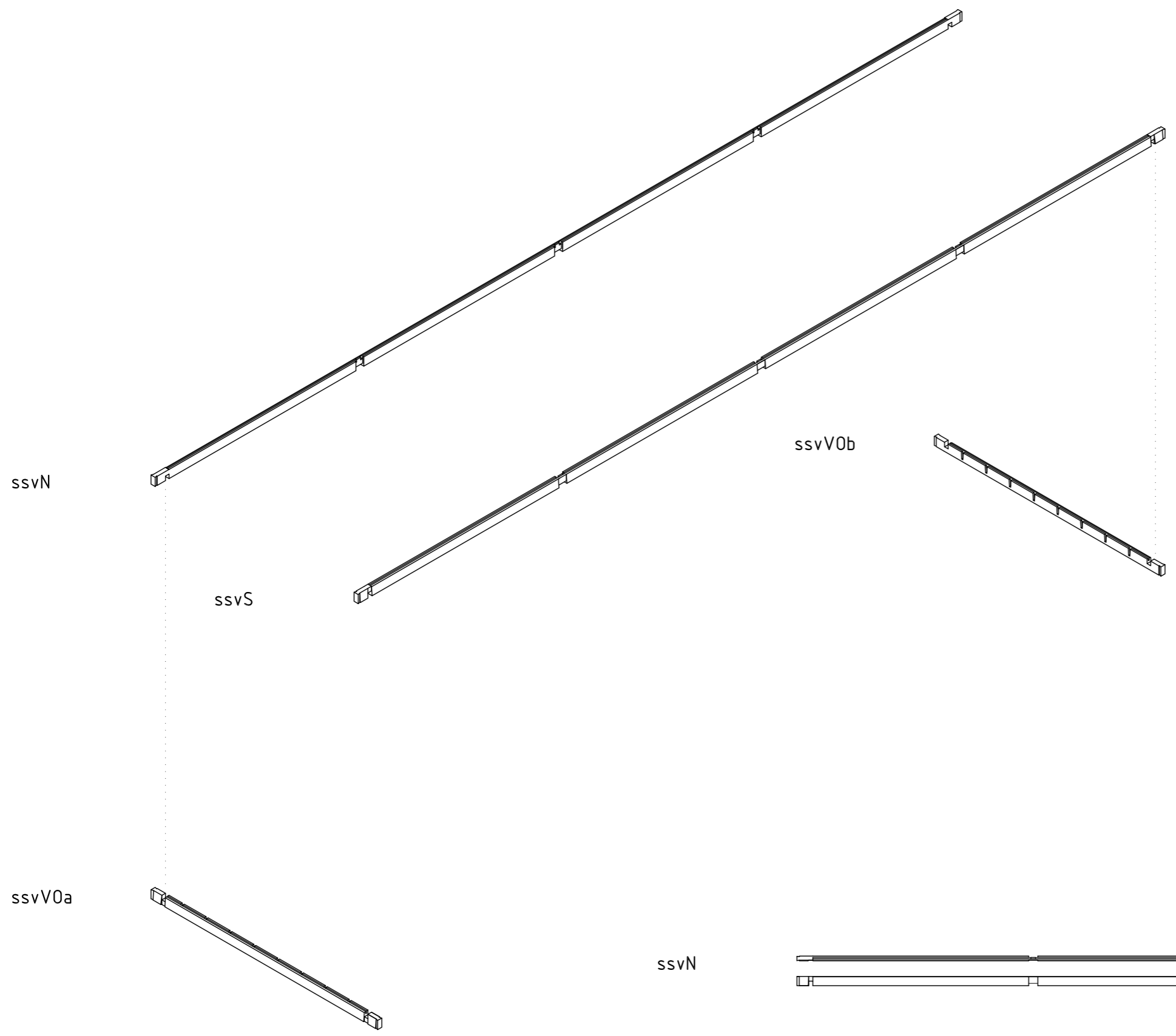
d2



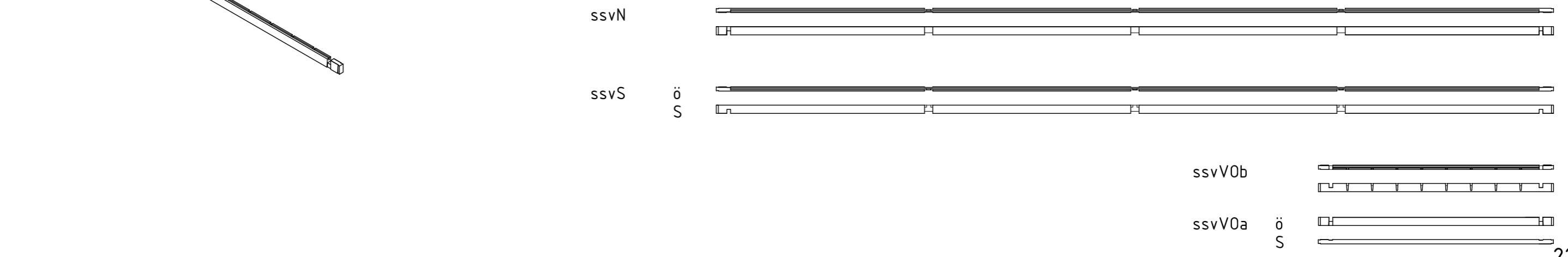
d3

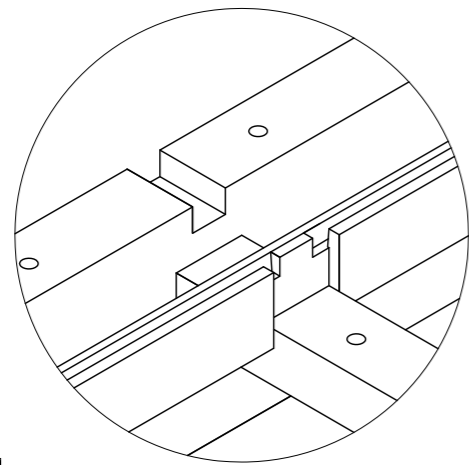


d4

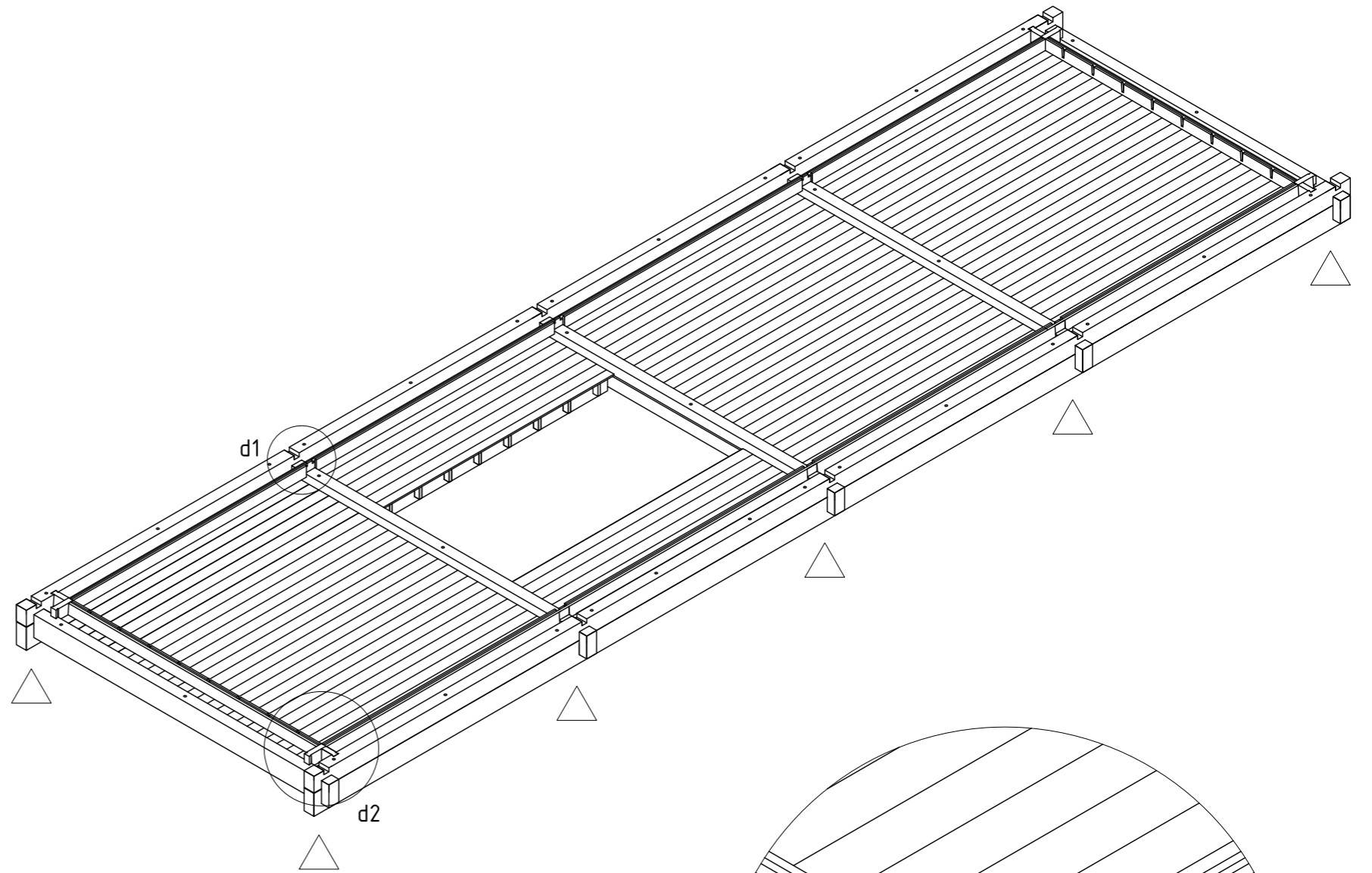


Stavsyllarna laxas in i syllstockarna och första väggbandets norra och södra stockar. I mellanväggarnas stockar låses de av den övre. Stavsyllen i öst och väst har urtag för nästa golvbjälklag och spår för att ställa stavarna.



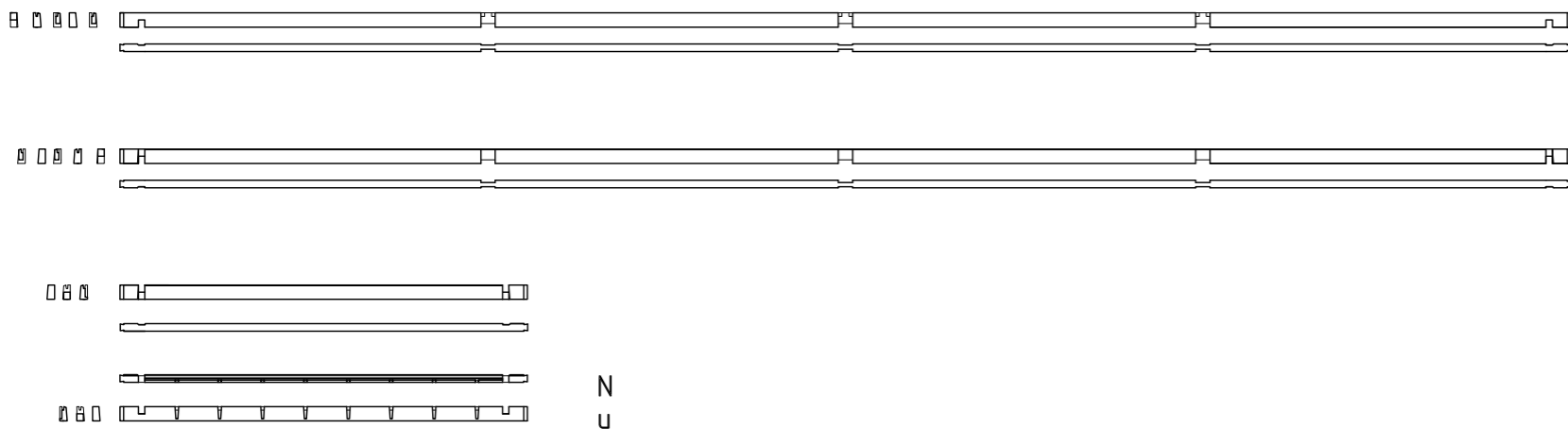


d1



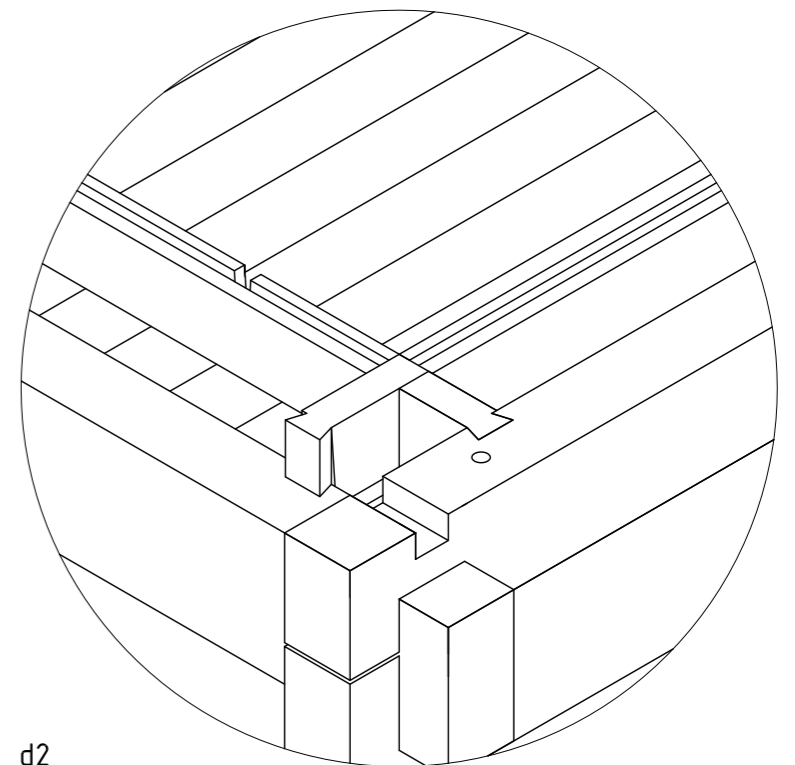
d1

d2

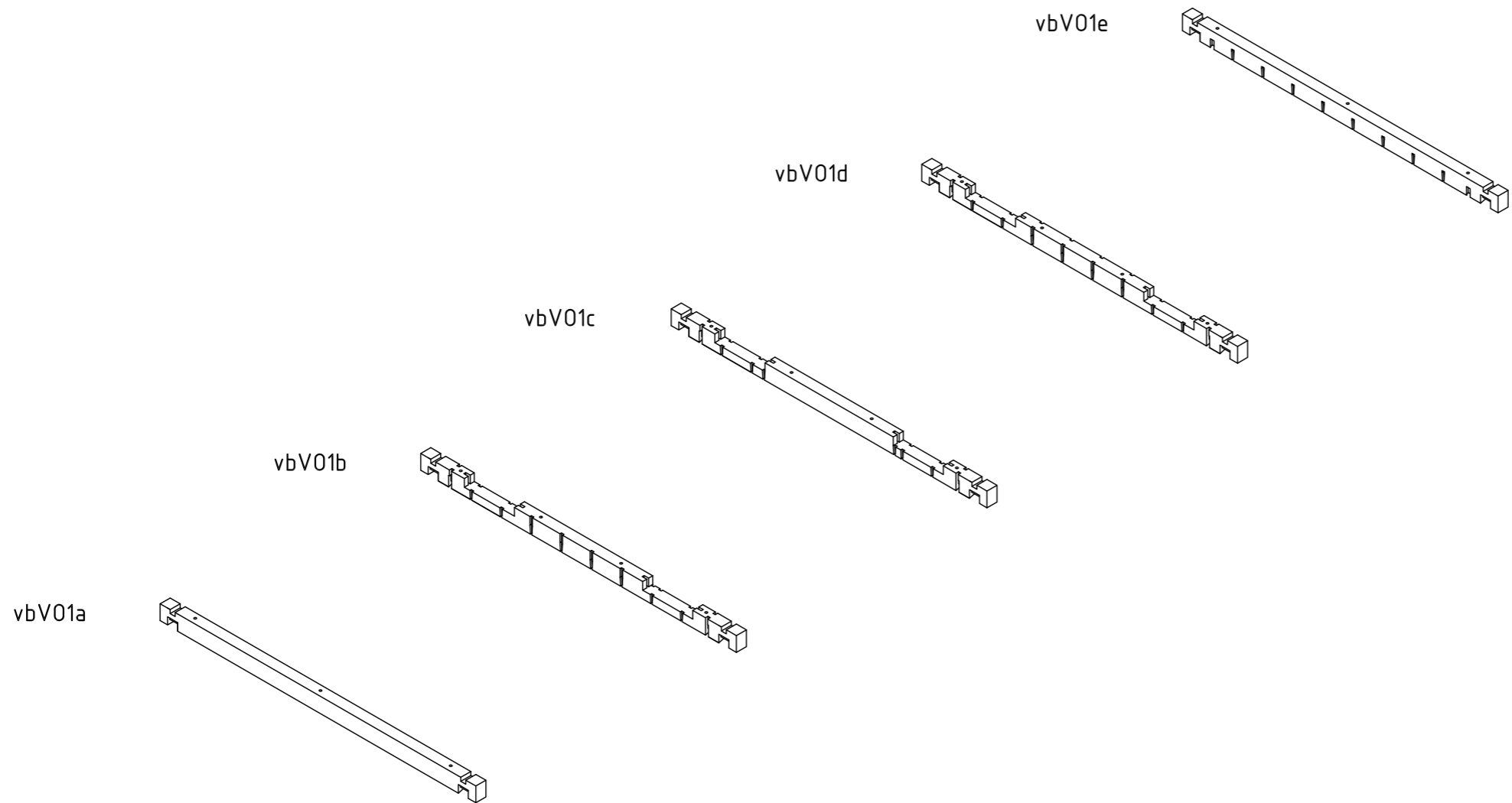


N
u

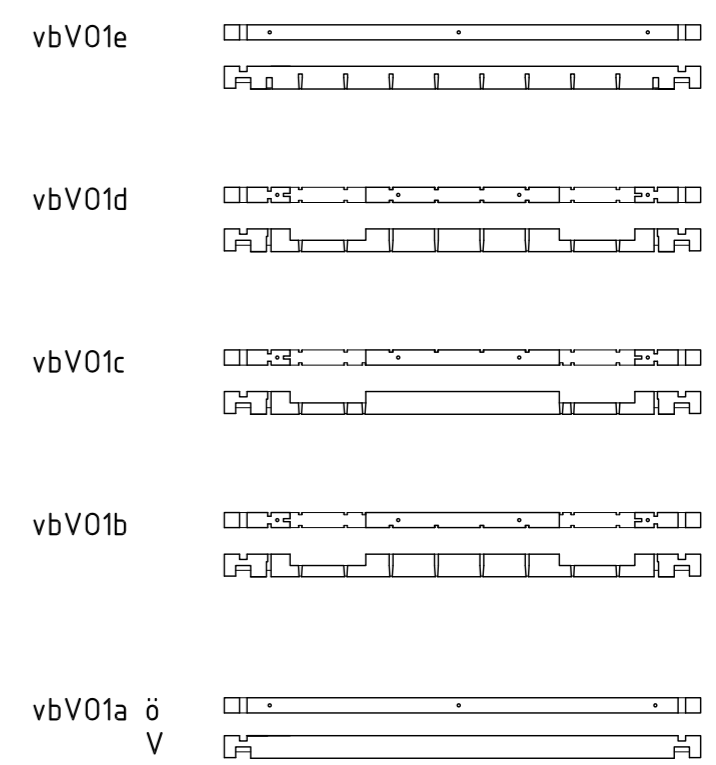
N
u

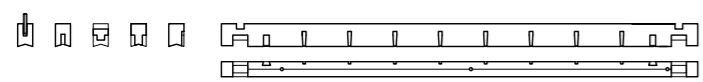
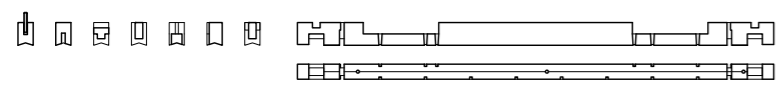
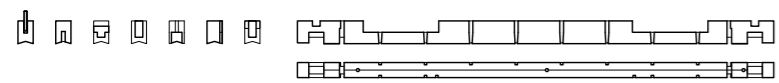
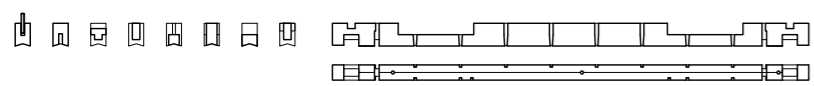
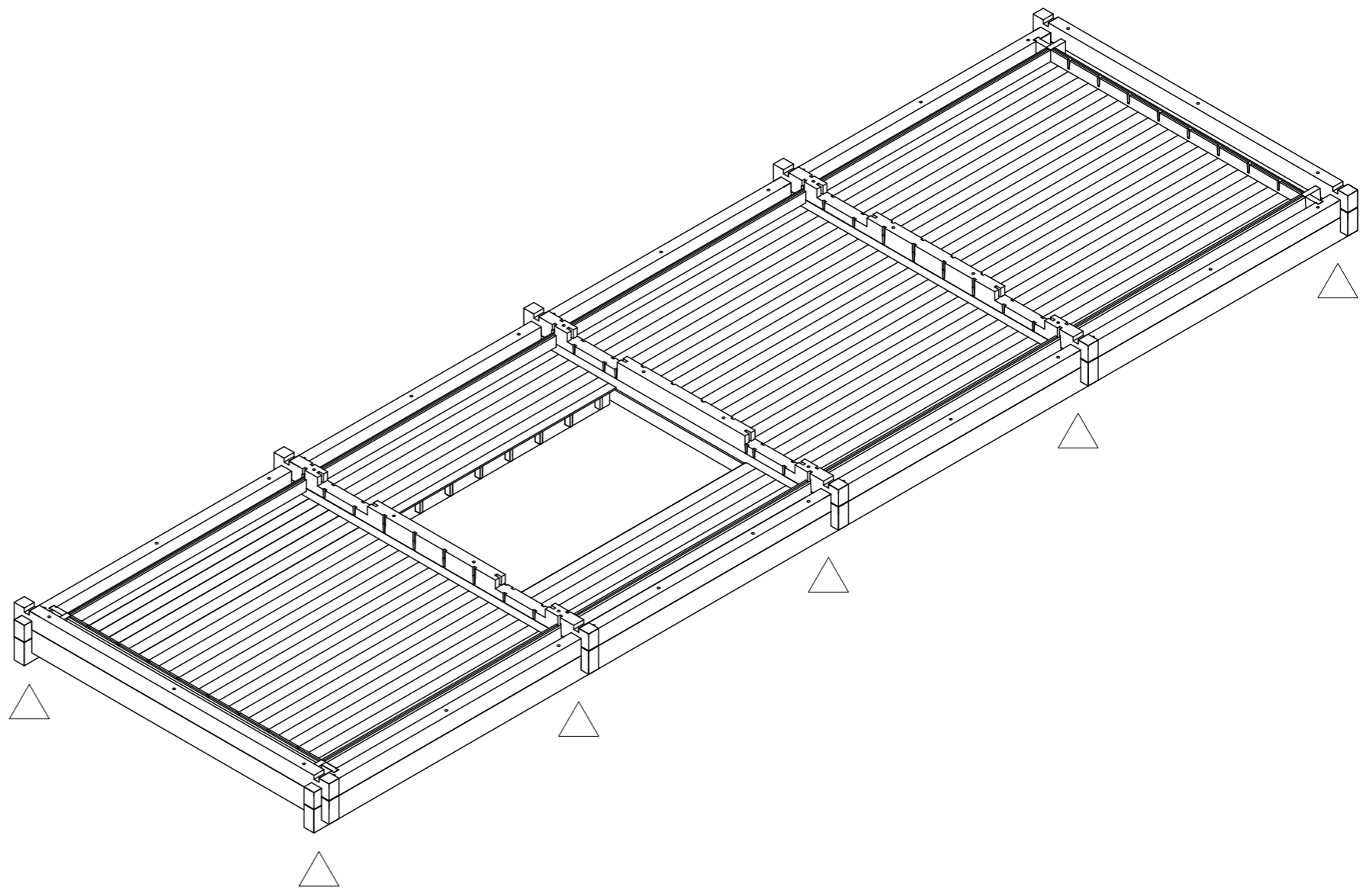


d2

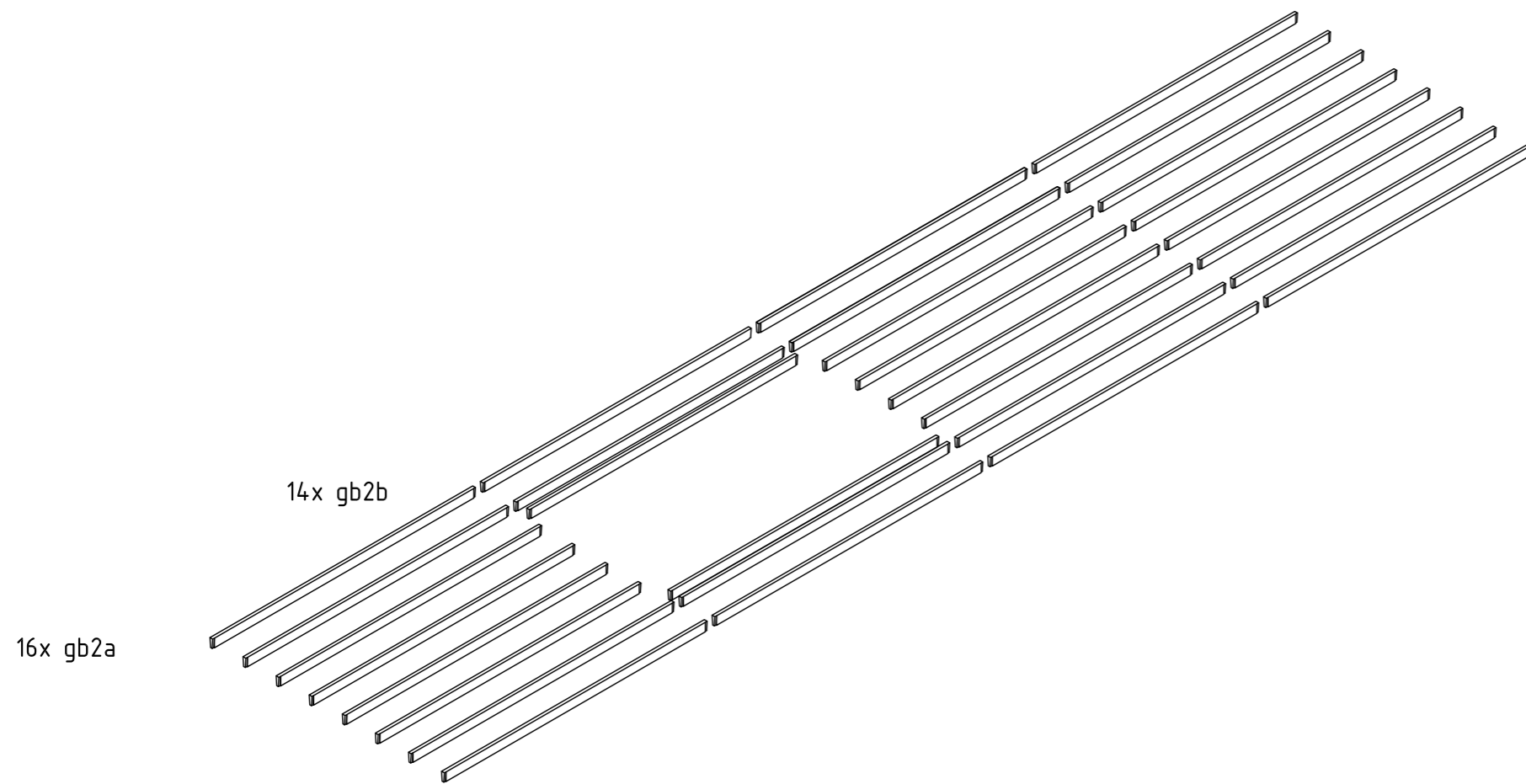


Stockarna i nordsydlig riktning på denna nivå har urtag för golvbjälklag och spår för stavarna, något som följer mellanväggarnas stockar för att täta mellan timmerväggen och stavväggen.

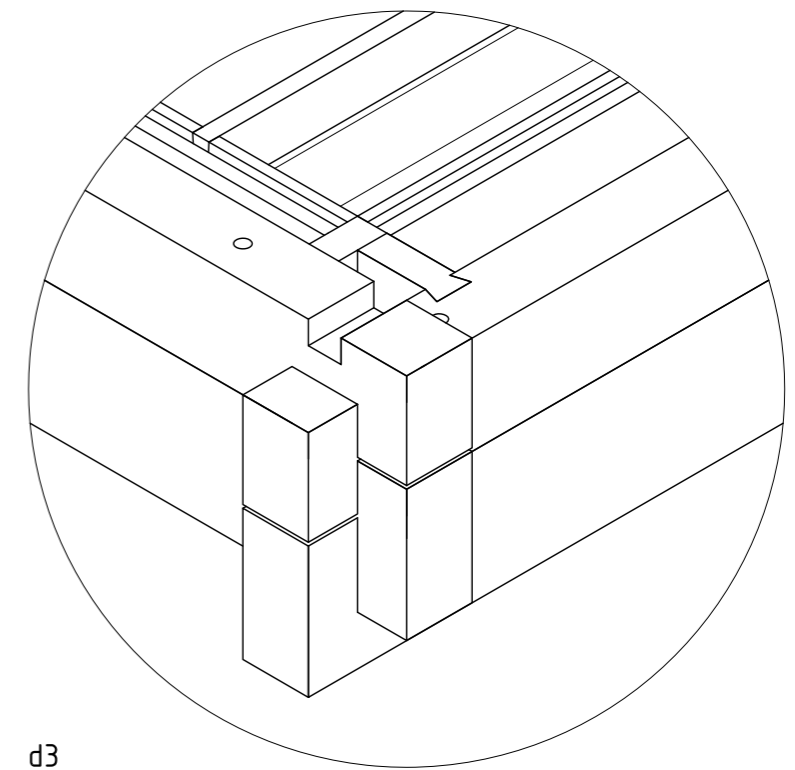
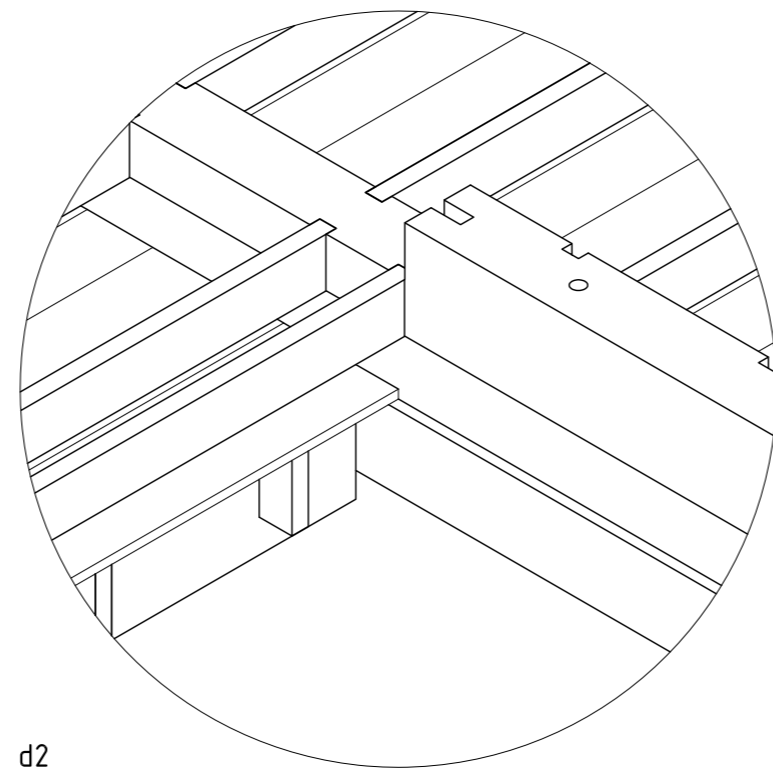
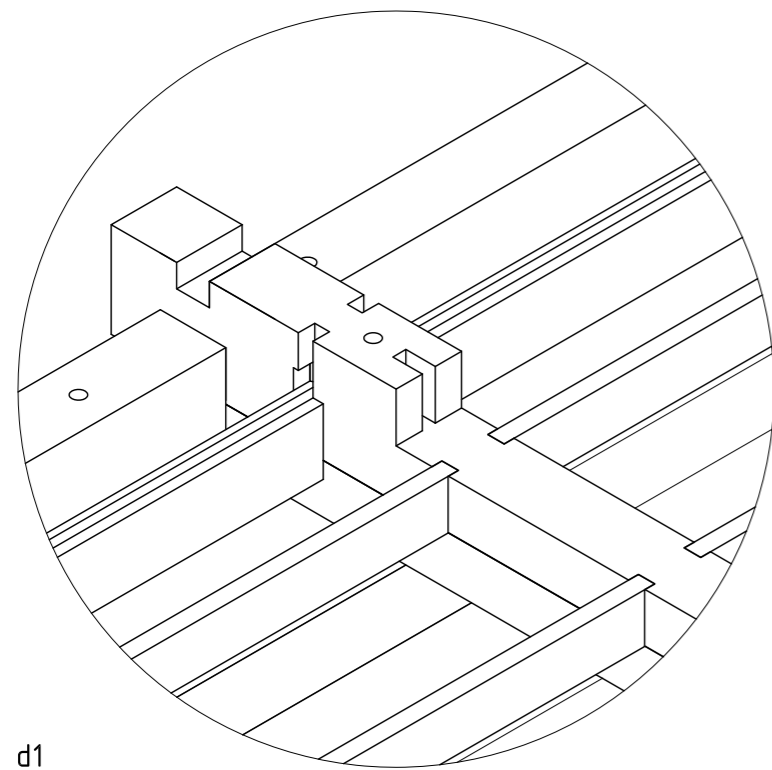


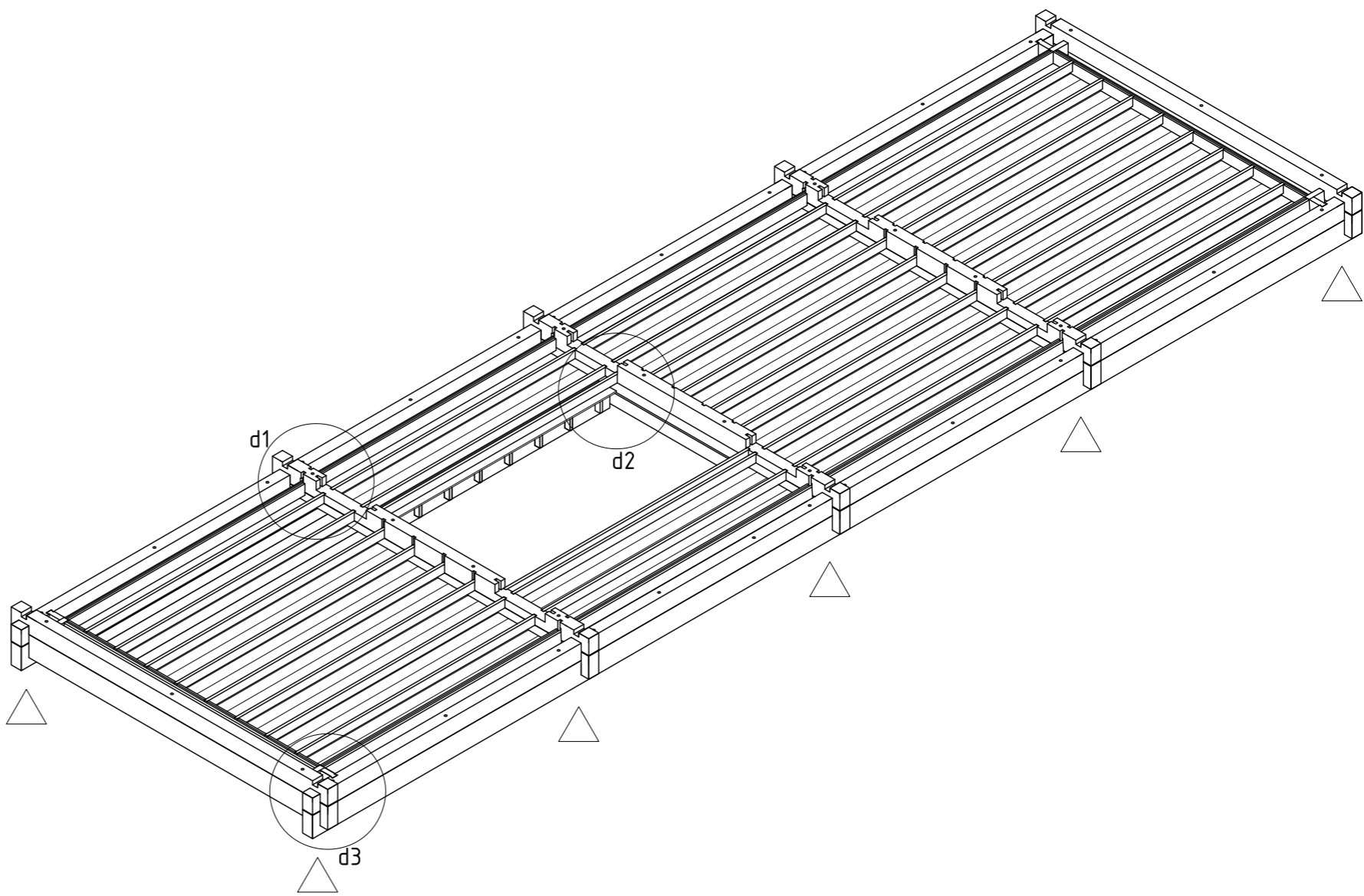


Ö
U



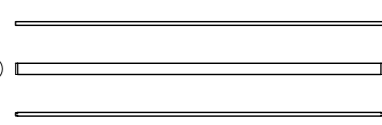
Här kan man se detaljerna på stavsyllens inlaxning i timmerväggen (d3) och golvbjälklagets infästning i stockarna(d2). här kan man också se utrymmet mellan bjälklagen där installationer kan matas in i resten av konstruktionen i skalet. Man kan också se en detalj på låsningen av stavsyllen i mellanväggen med sjunkmån i den överliggande stocken och spåret för stavarna i både stavsyllen och väggbandet(d1). Här finns också ett urtag för dörröppningar i mellanväggarna med spår för gåt. Genomgående på dessa sidor kan man studera den växelvisa placeringen av dymlingshålen (jag har valt att inte visa dymlingarna)





14x gb2b

d4



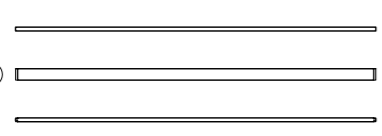
ö

OV

u

16x gb2a

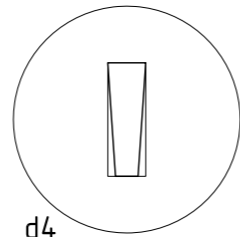
⓪



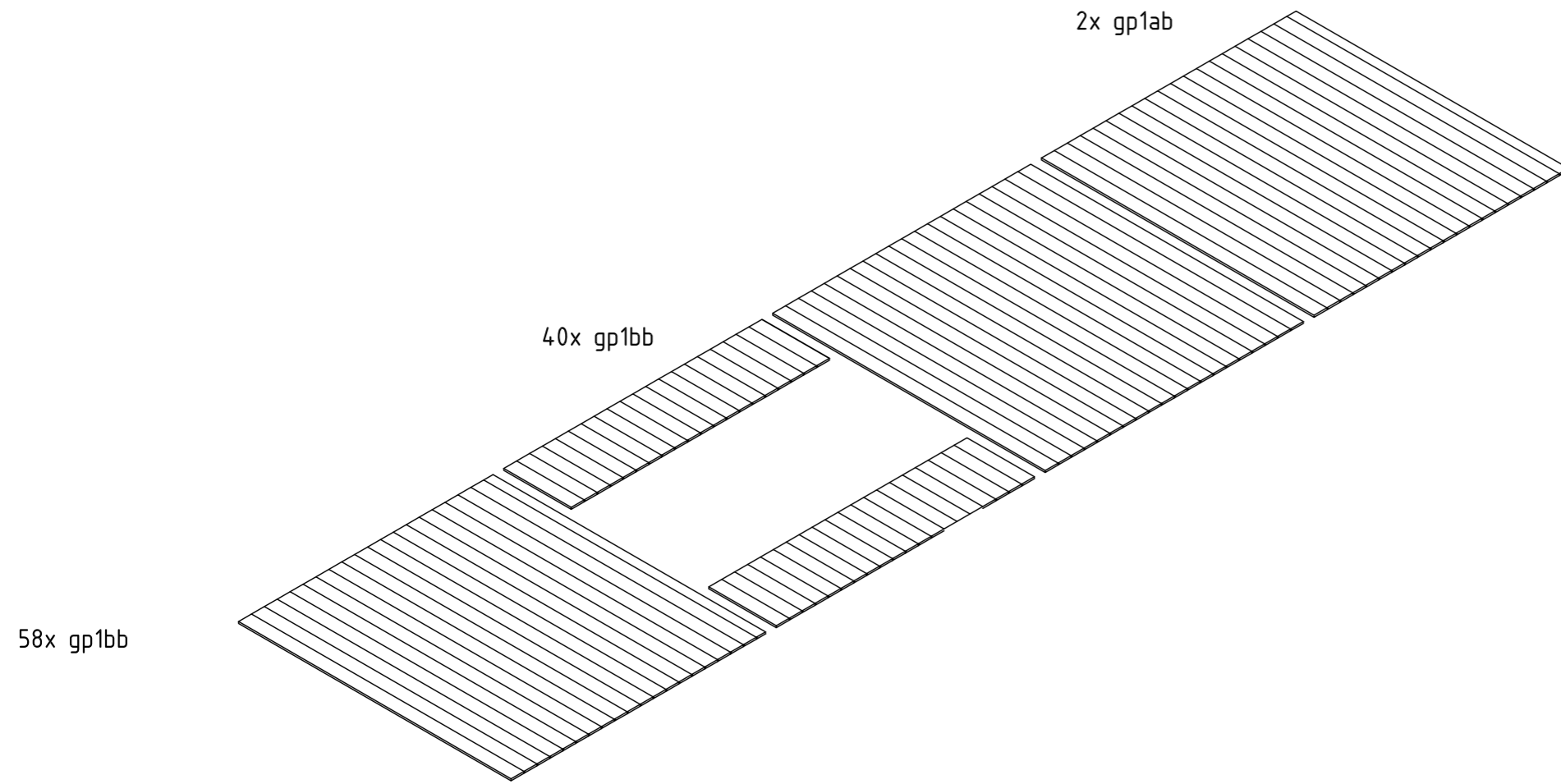
ö

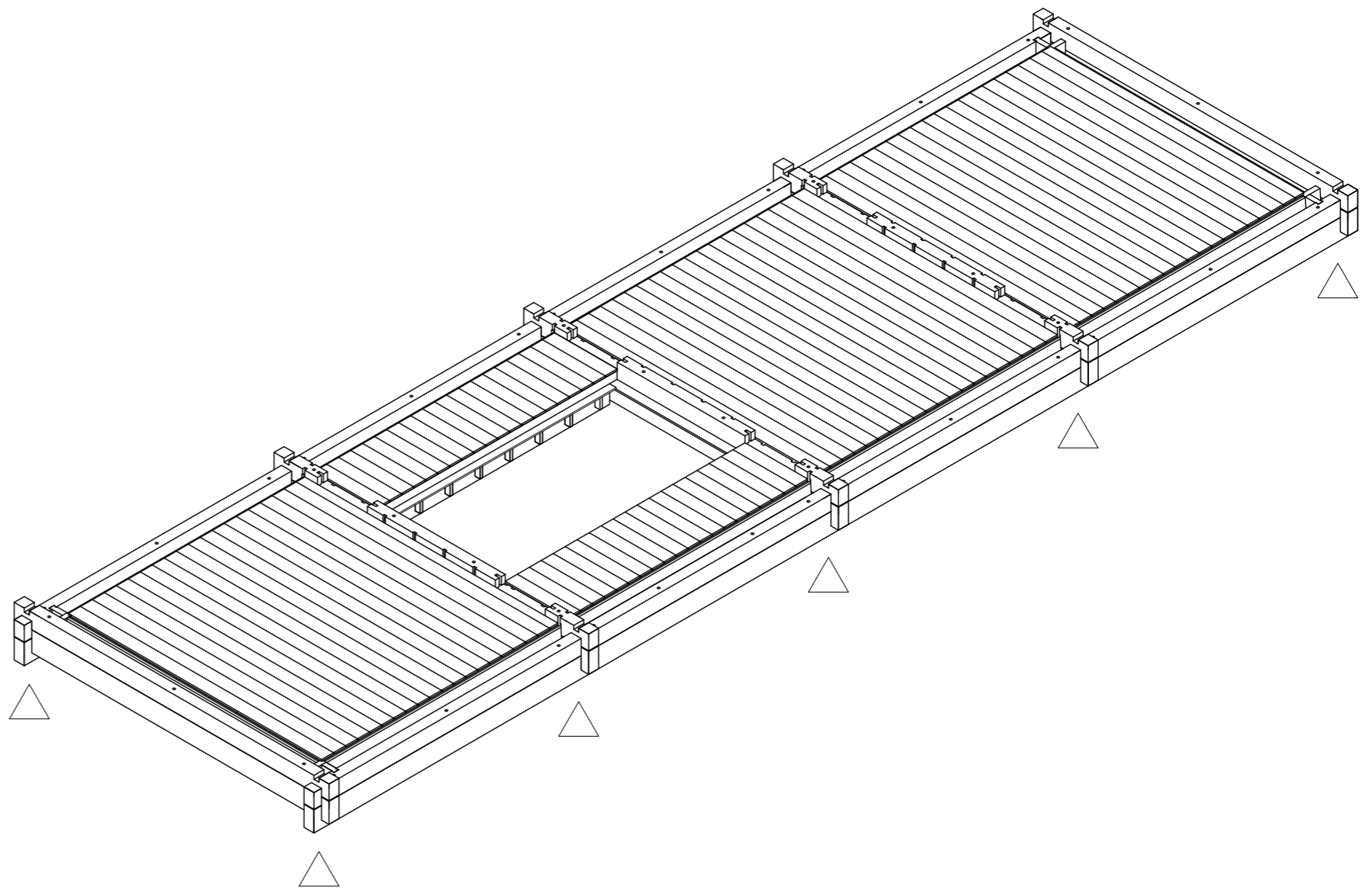
OV

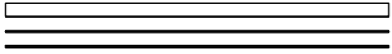
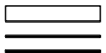
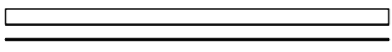
u

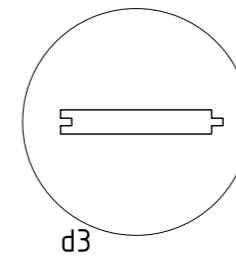
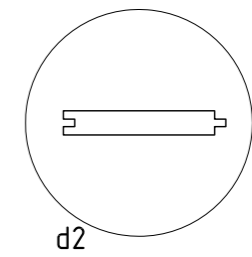
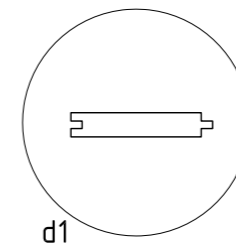


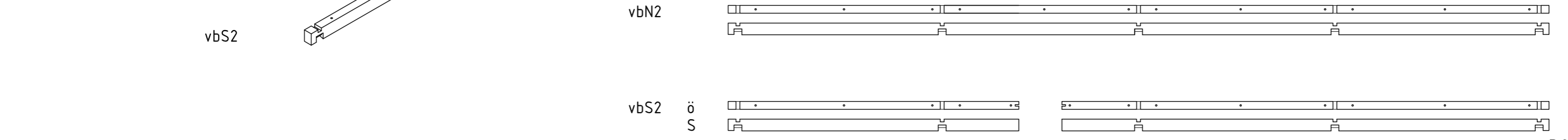
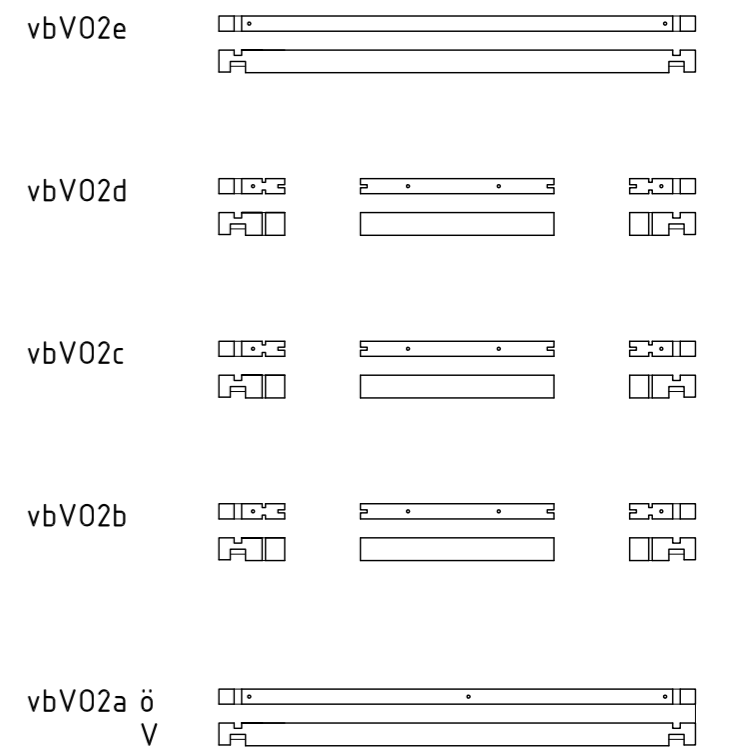
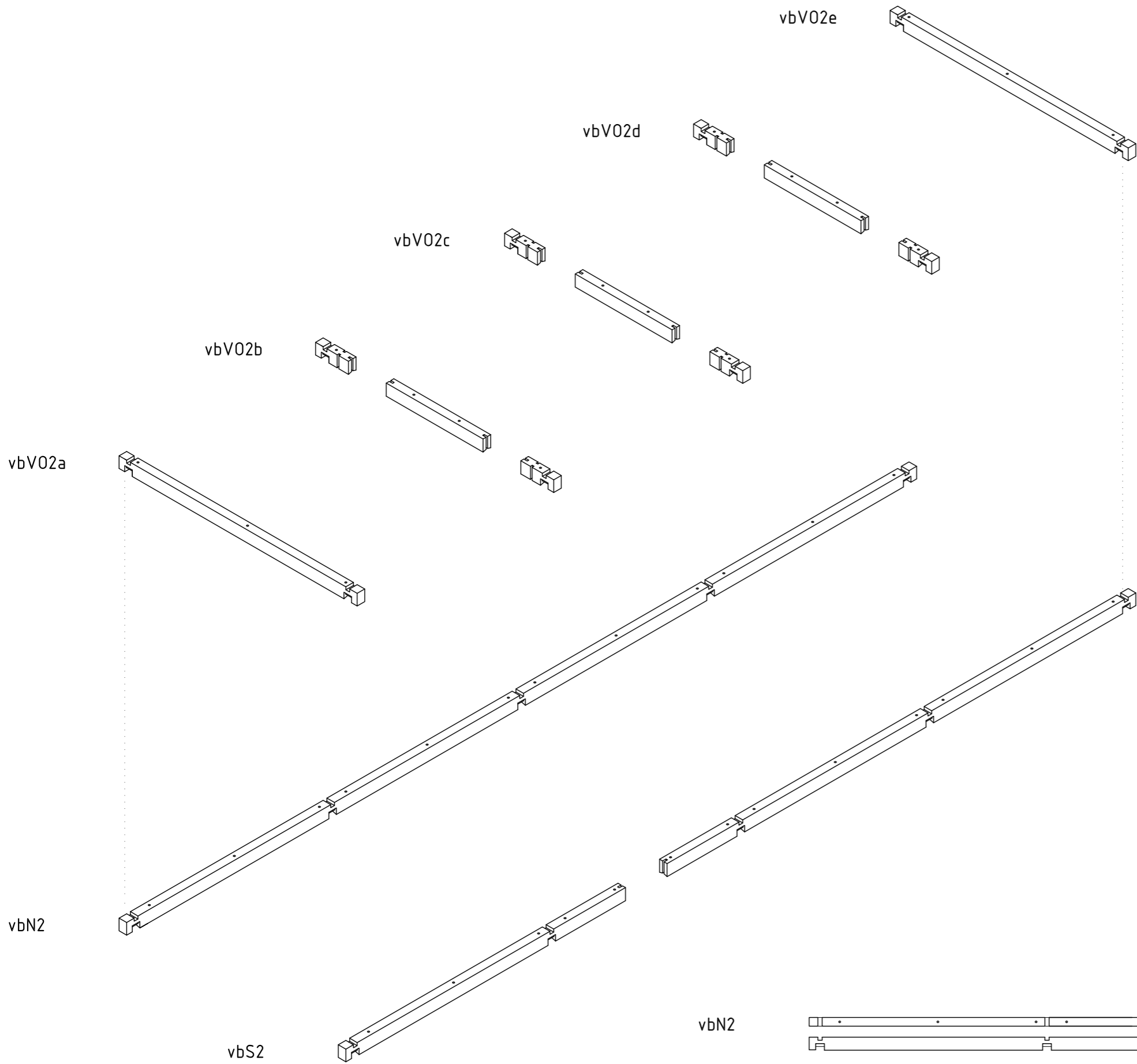
d4

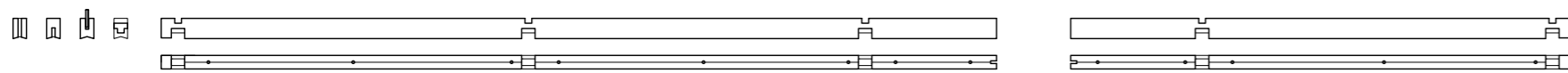
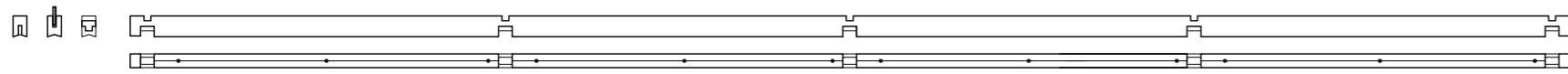
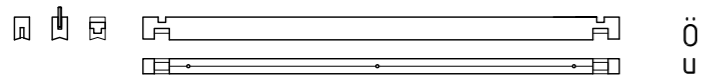
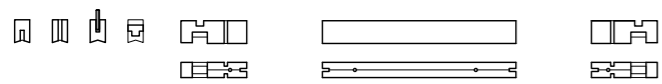
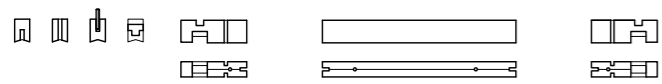
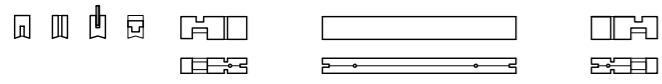
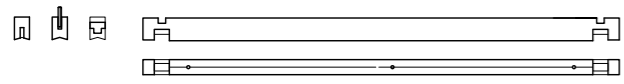
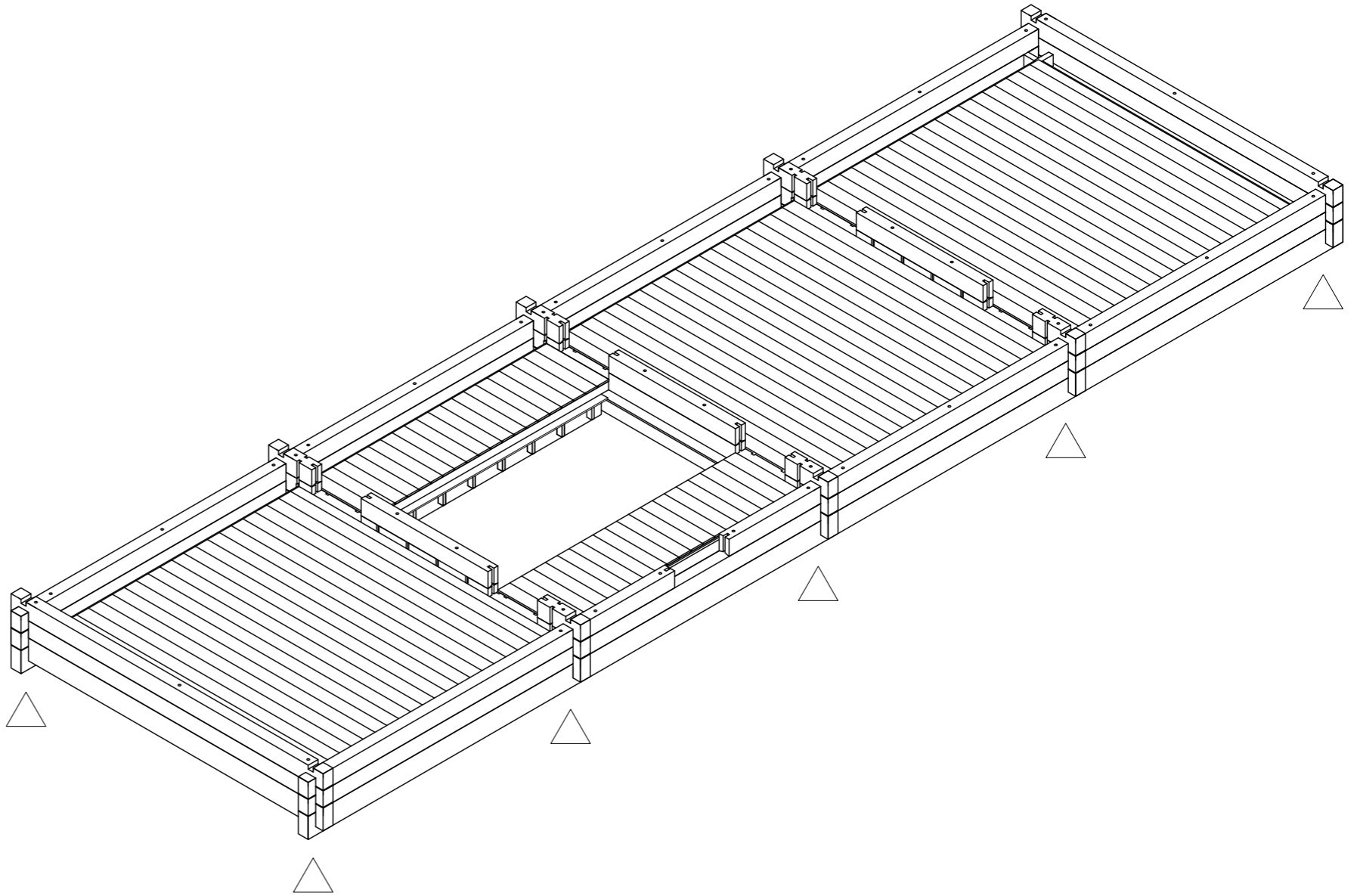


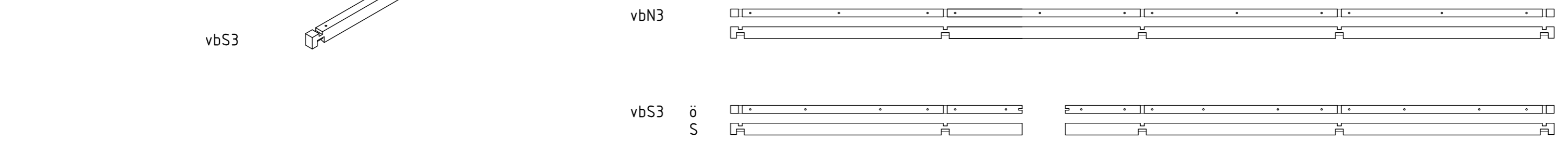
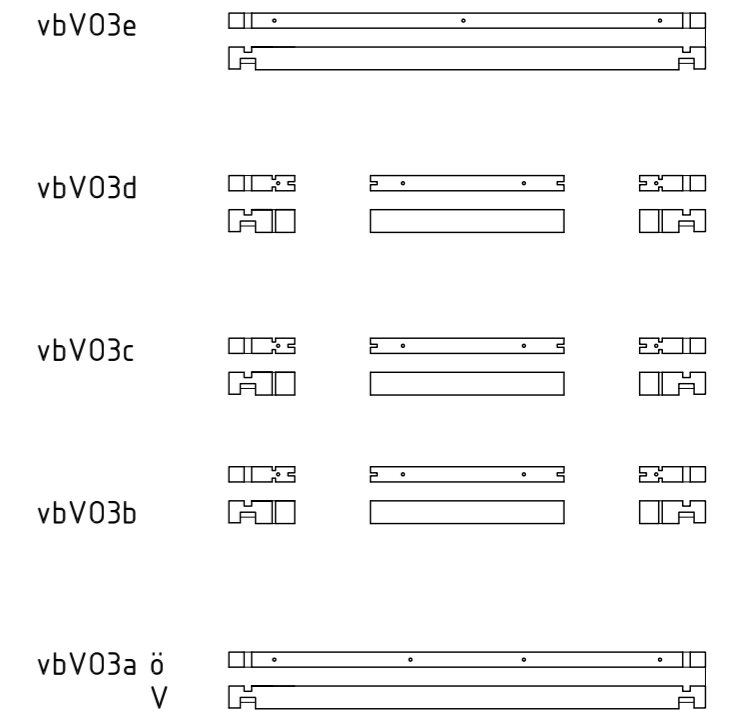
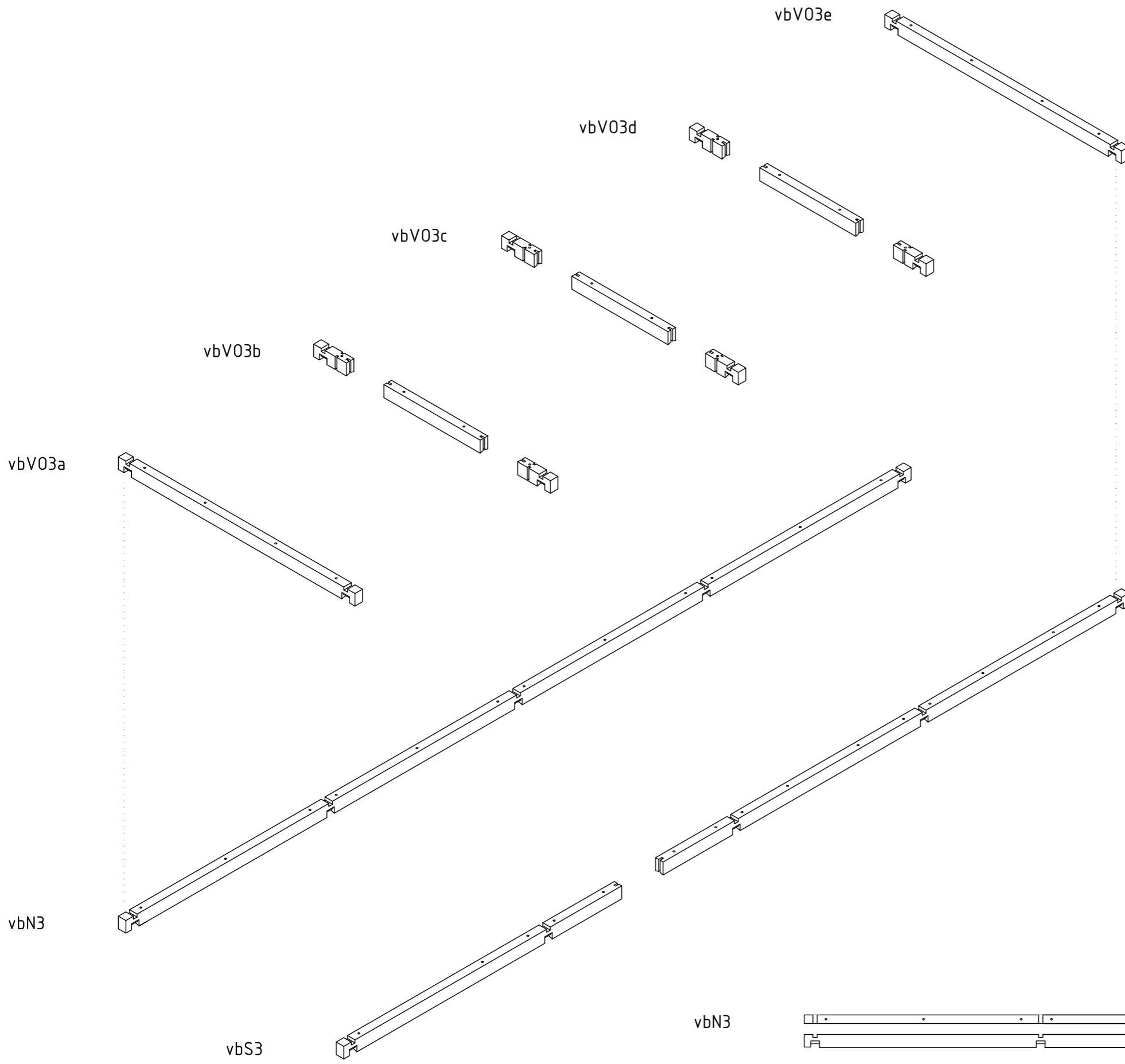


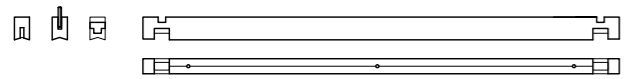
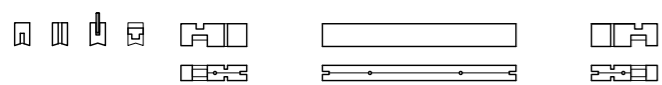
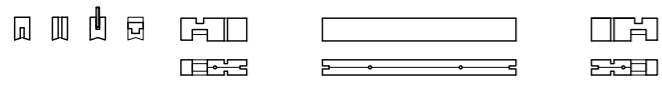
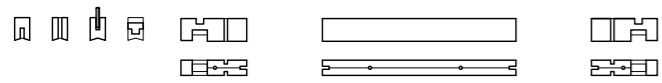
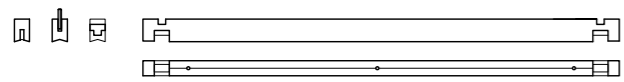
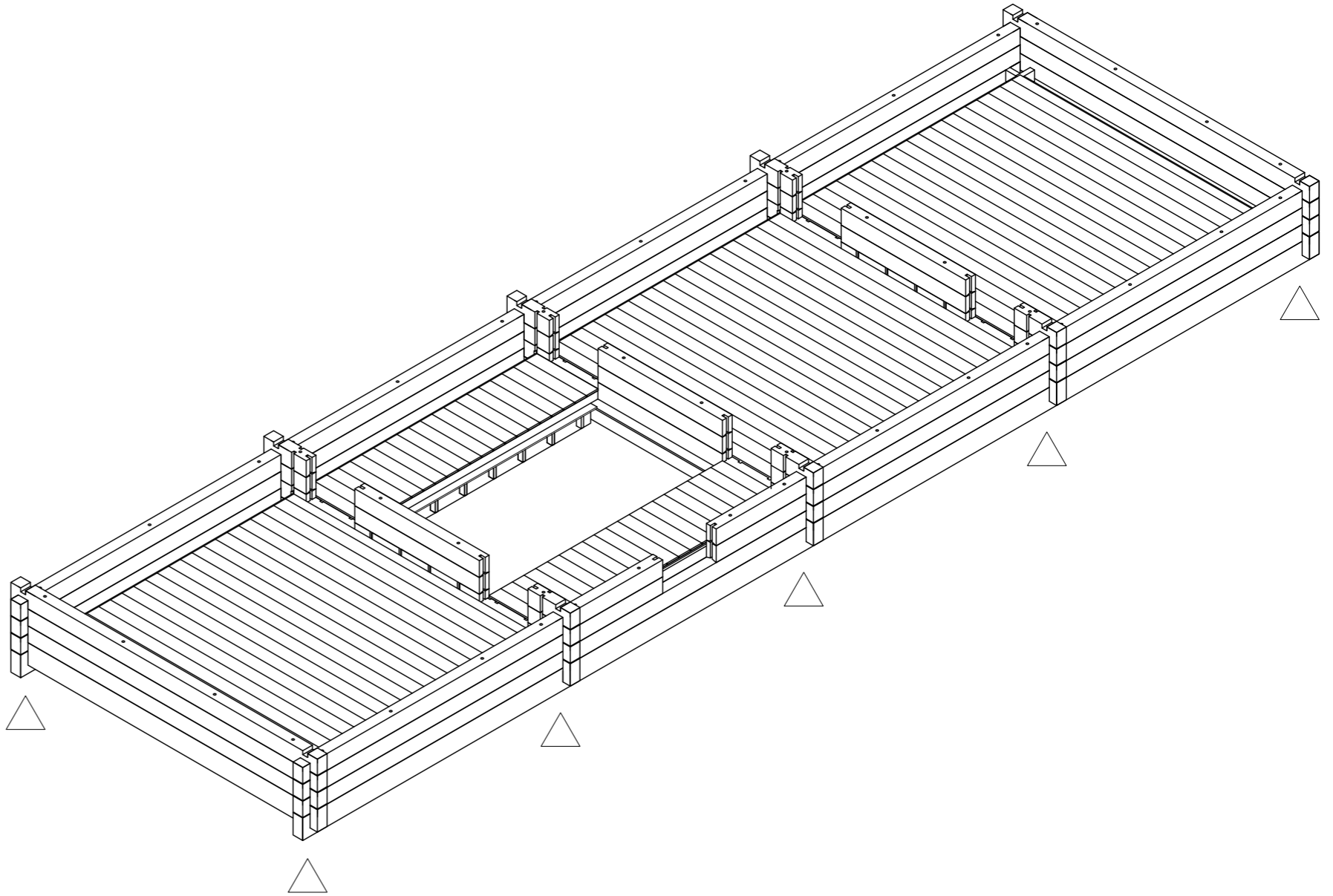
- 2x gp1ab d1 ⊖ 
- 40x gp1bb d2 ⊖ 
- 58x gp1bb d3 ⊖ 



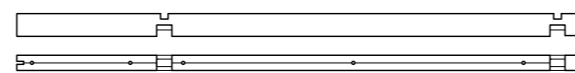
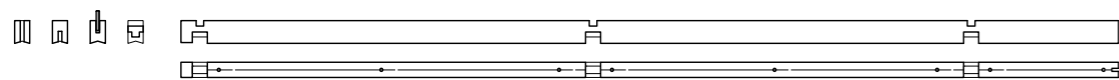
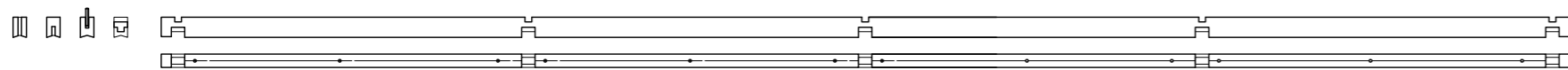




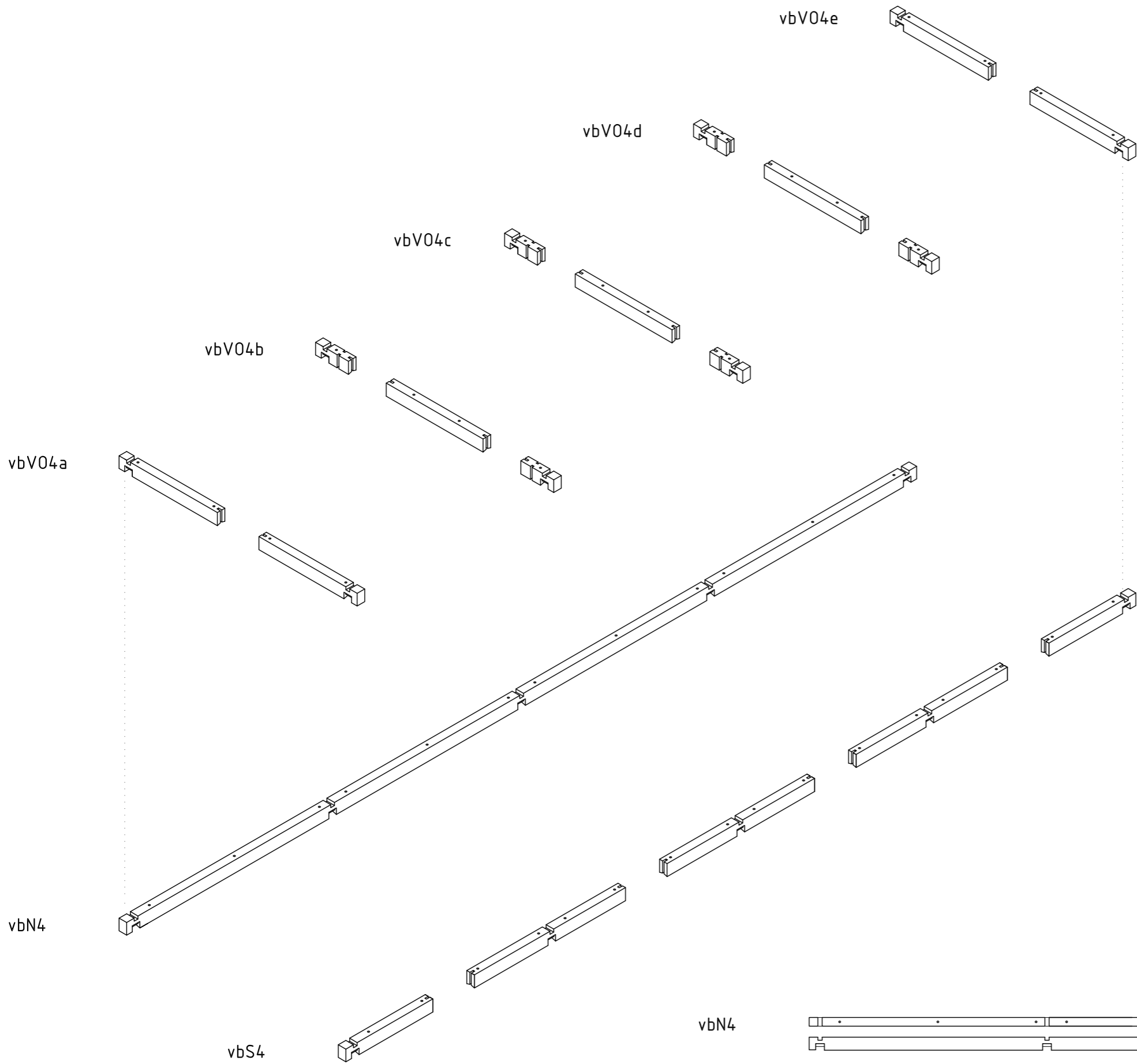




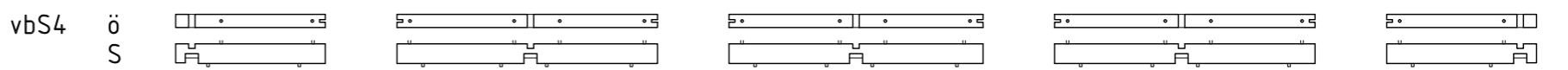
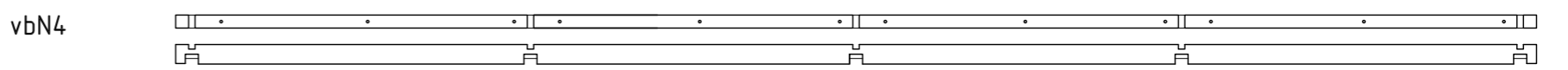
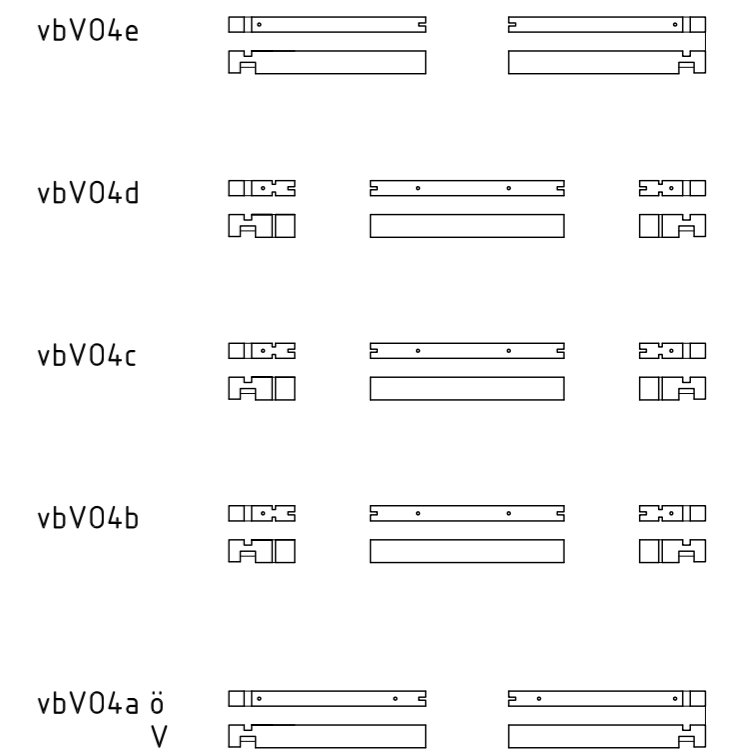
Ö
U

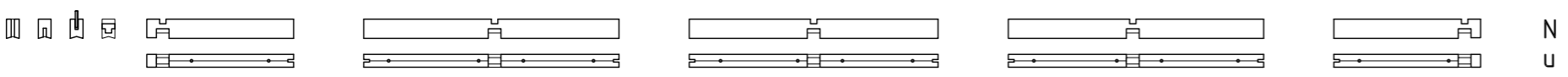
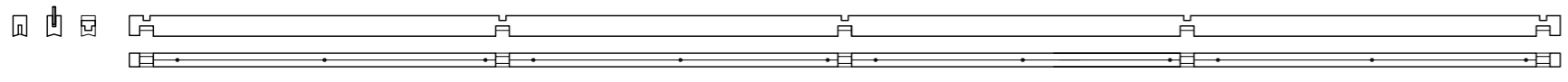
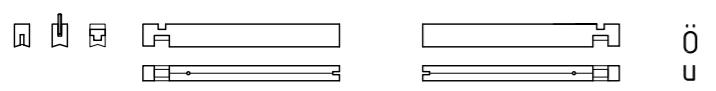
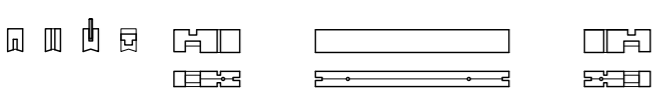
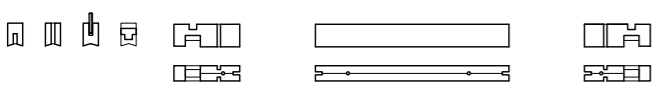
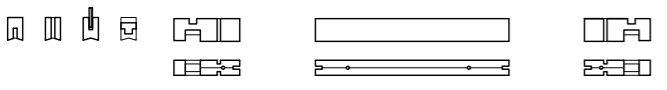
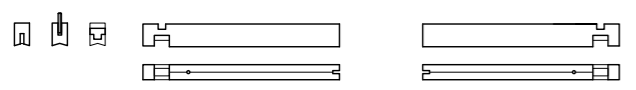
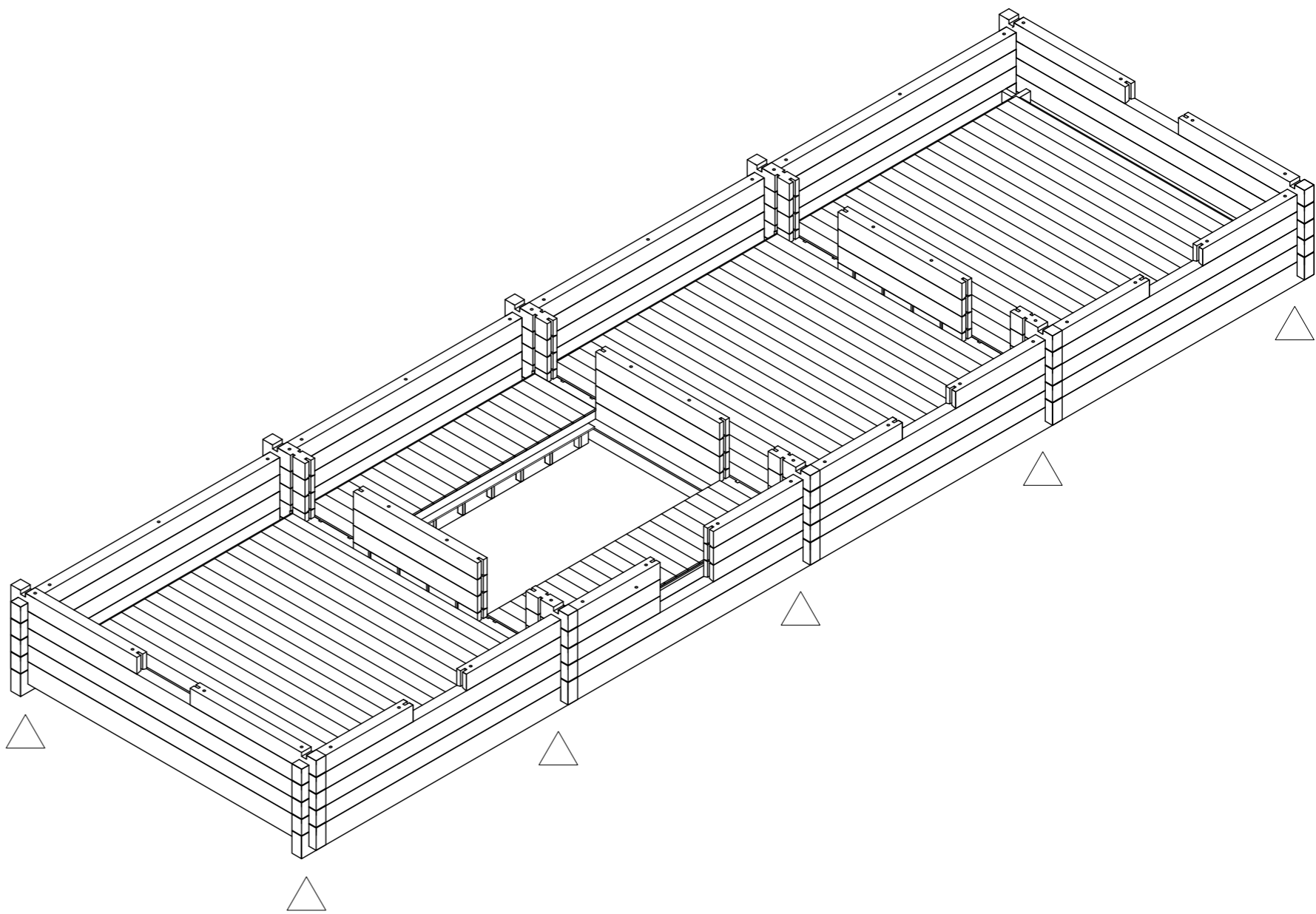


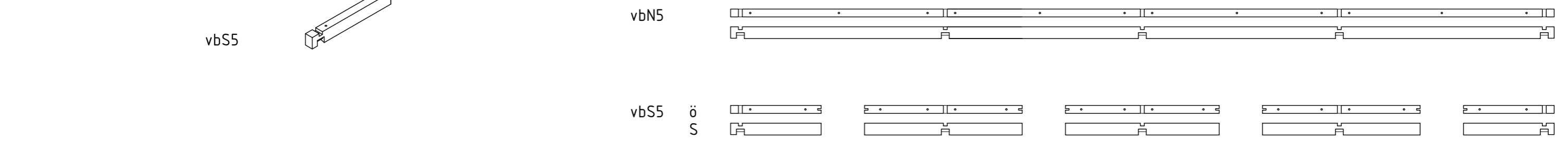
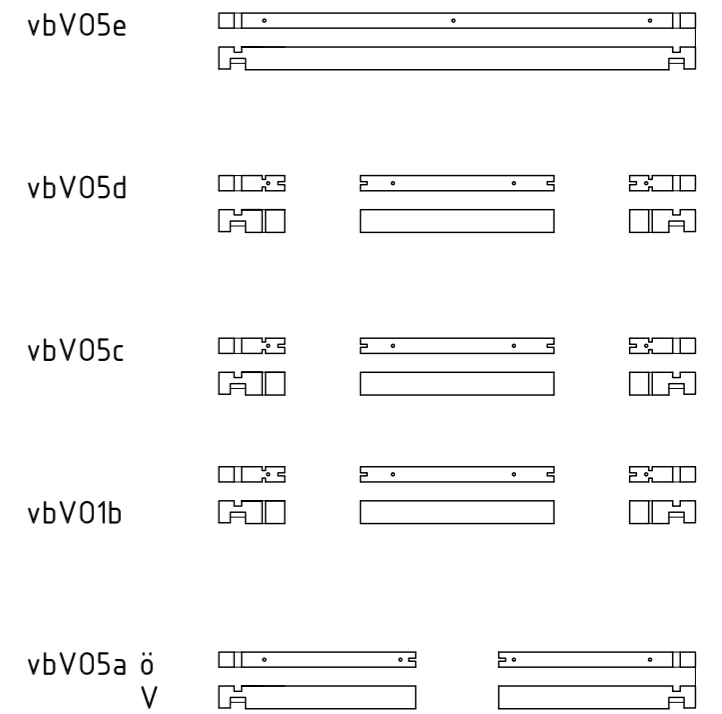
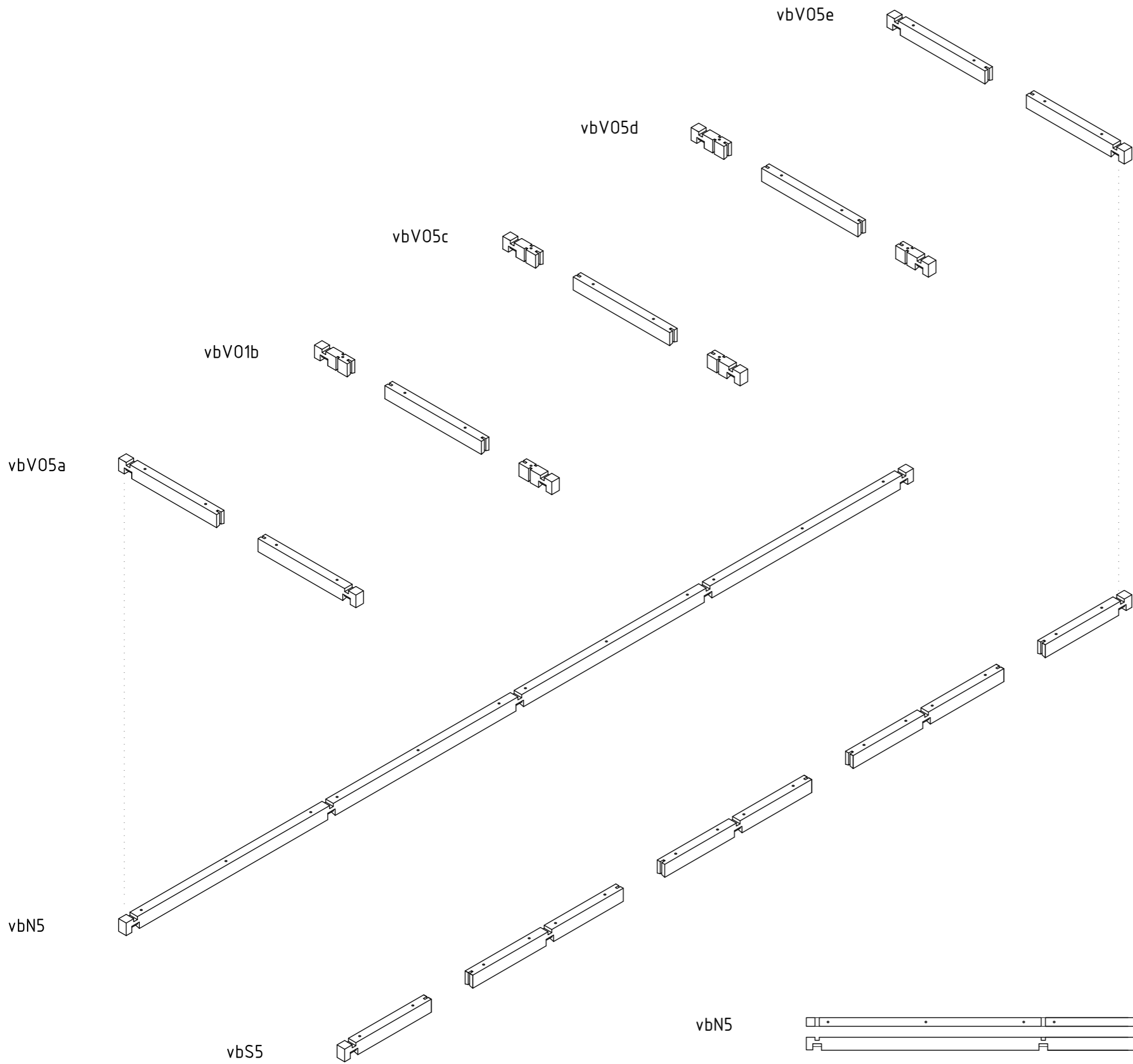
N
U

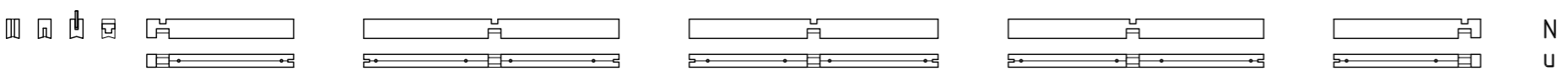
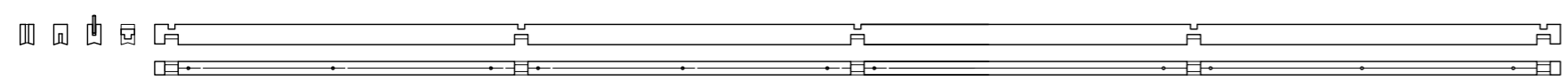
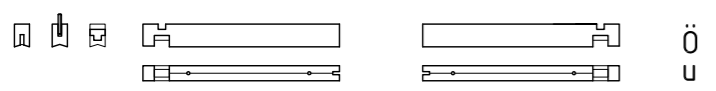
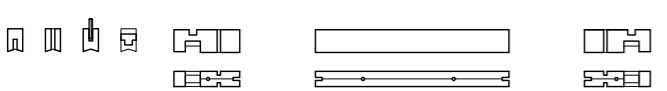
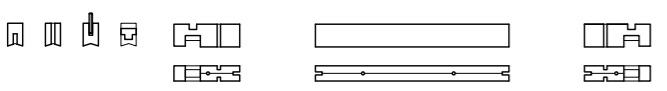
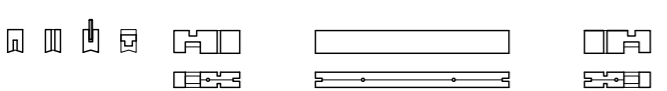
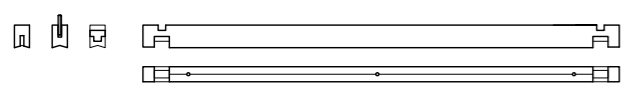
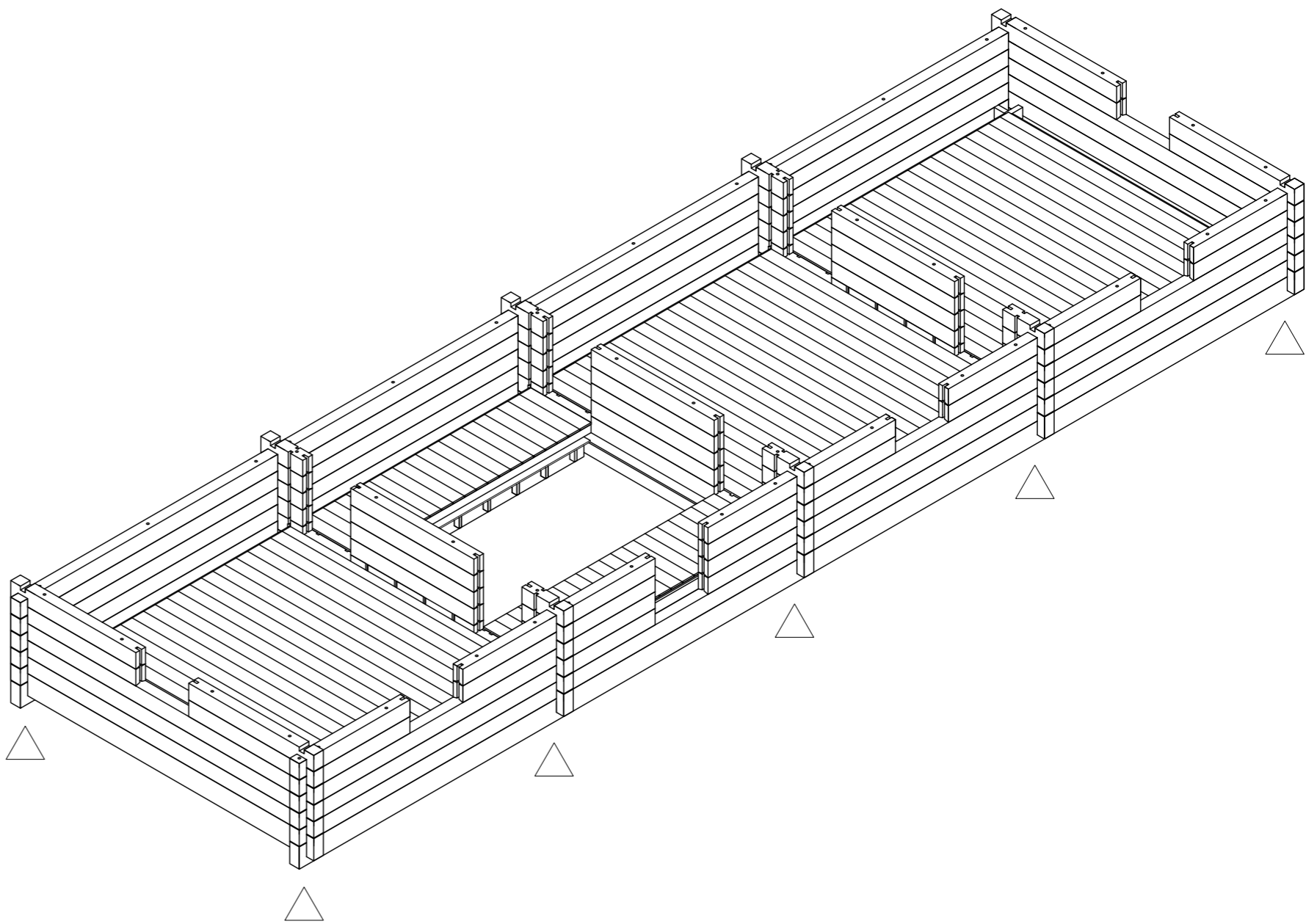


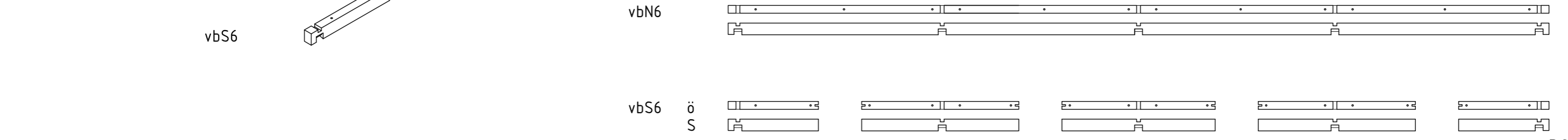
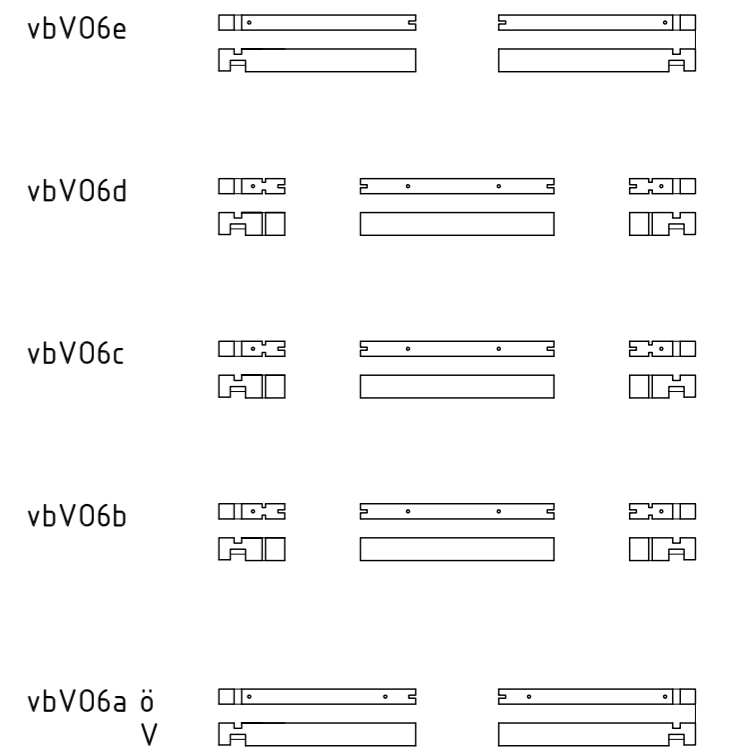
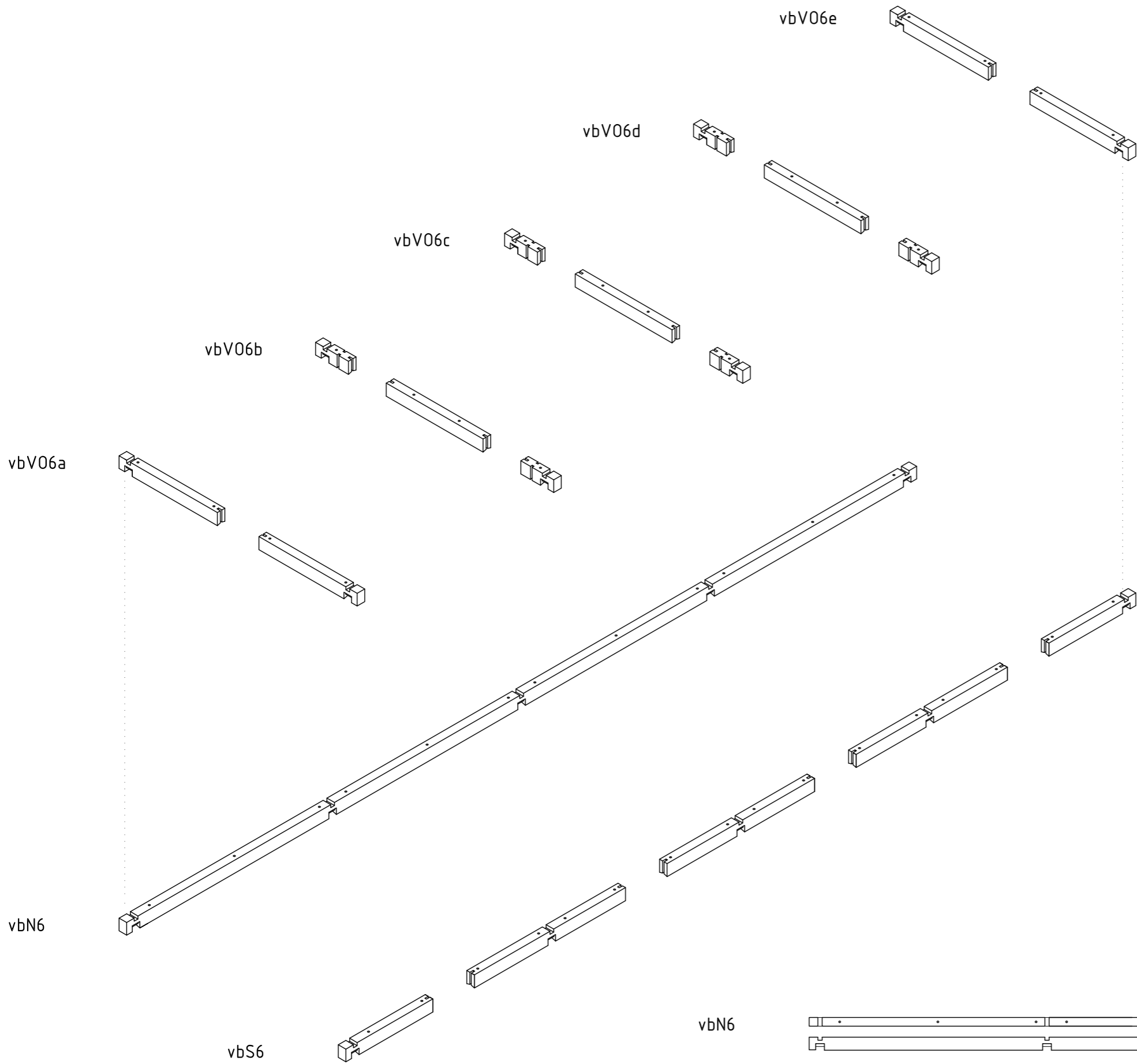
Fönster och ytterdörr skapar öppningar på samma sätt som dörrarna i mellanväggarna med spår för gåt och som även det bör nämnas extra dymlingshål för att stabilisera öppningen

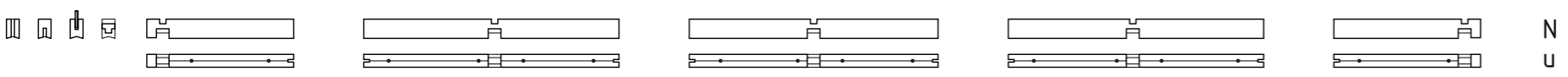
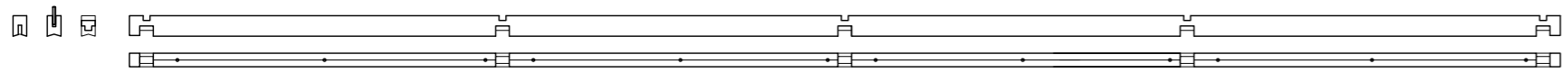
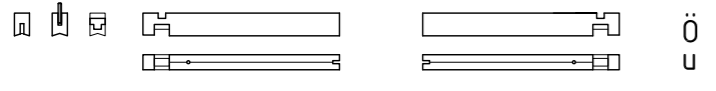
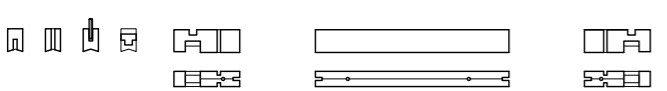
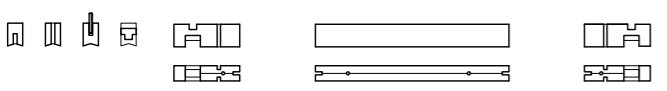
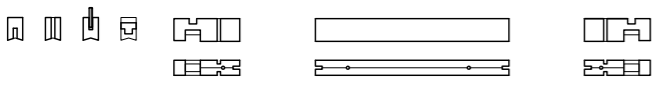
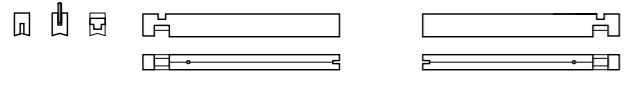
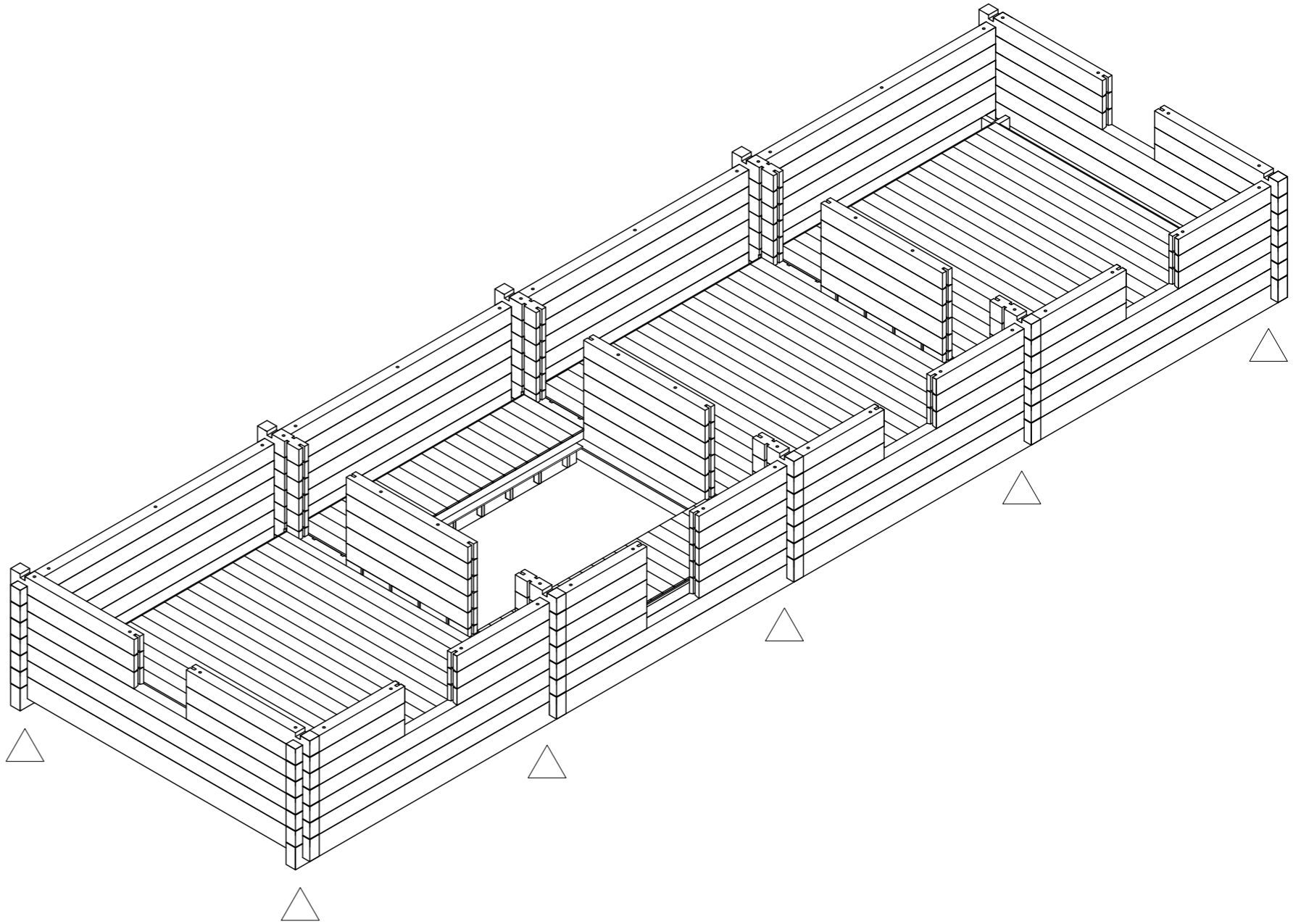


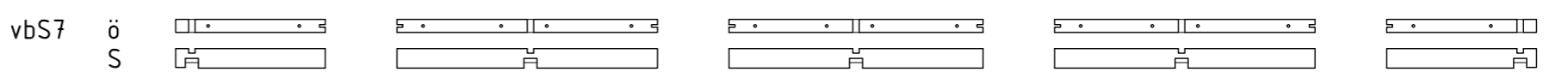
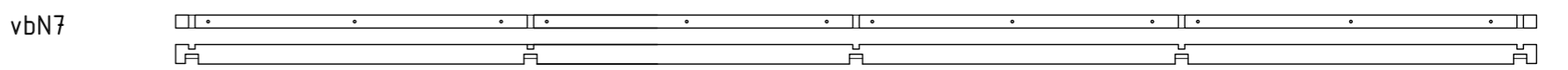
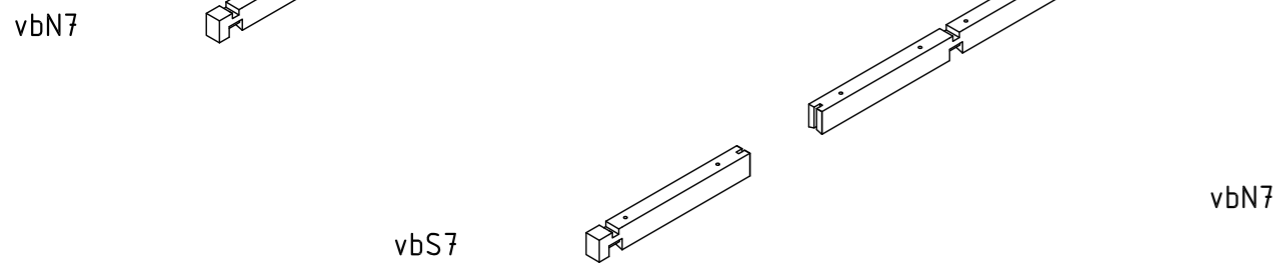
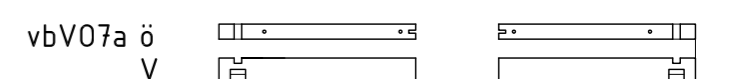
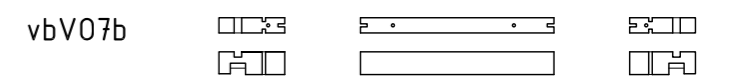
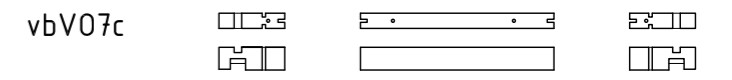
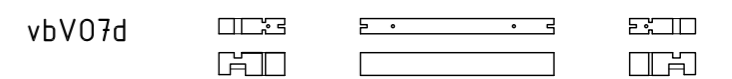
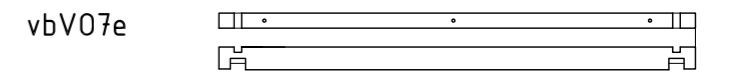
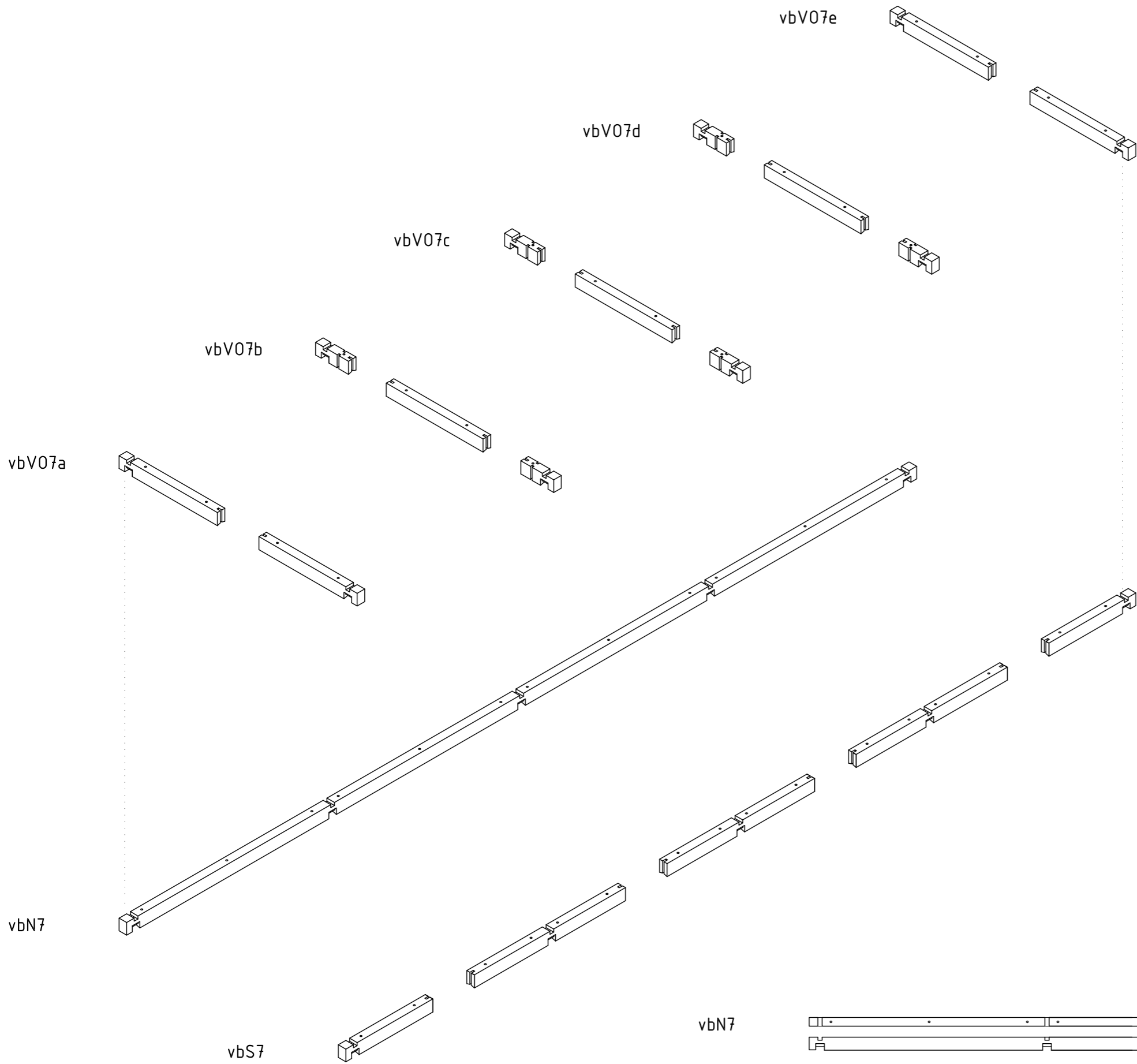


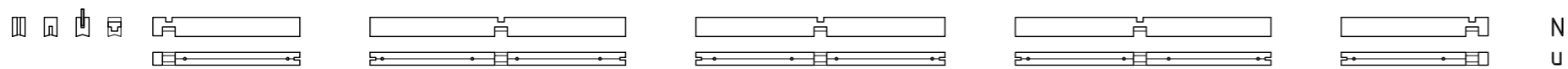
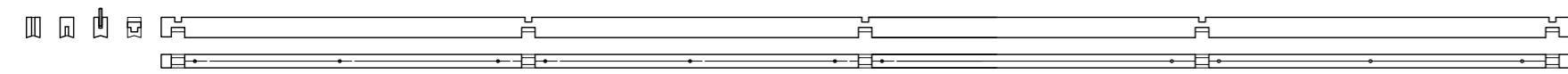
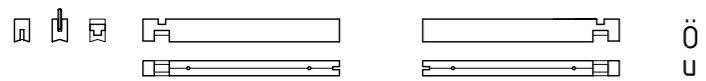
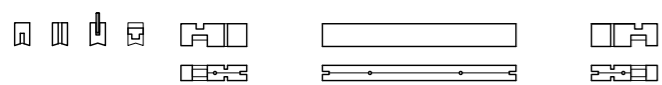
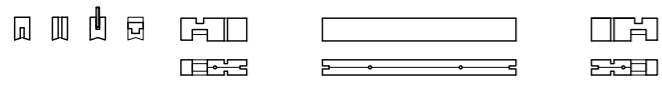
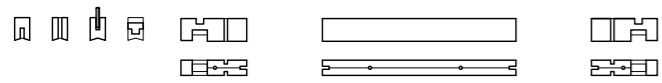
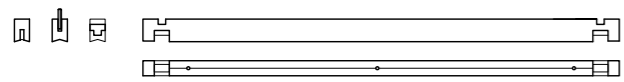
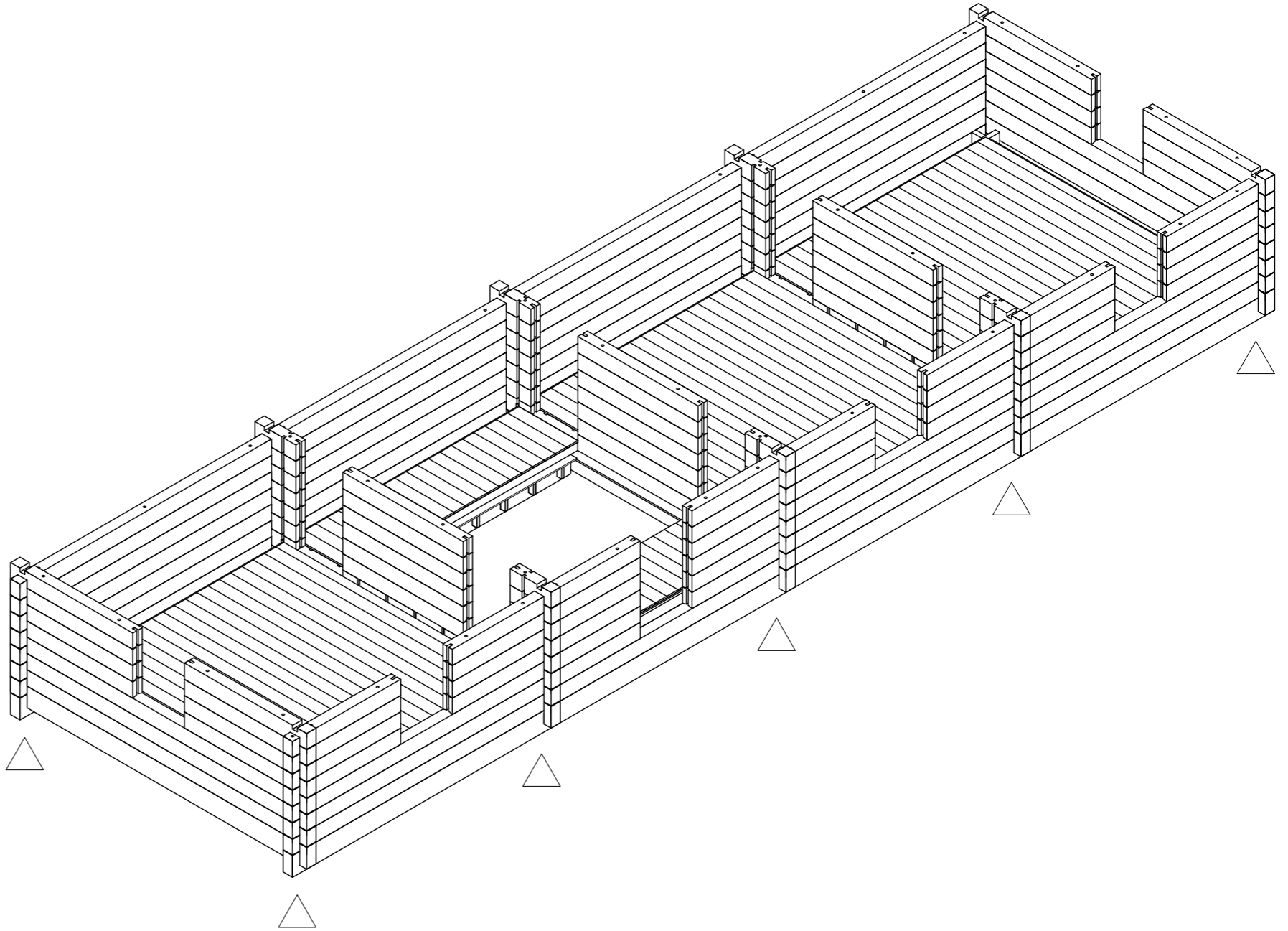




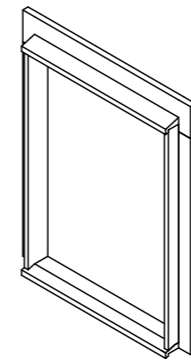
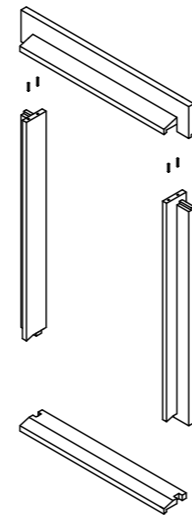
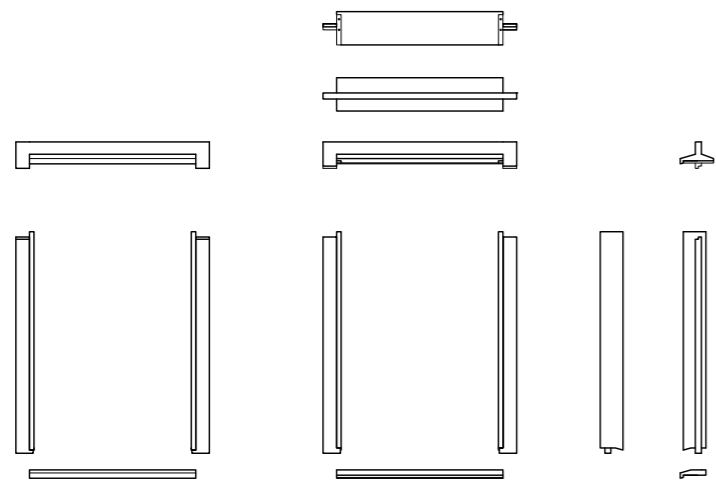




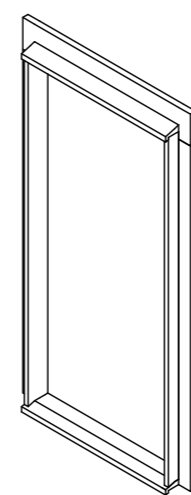
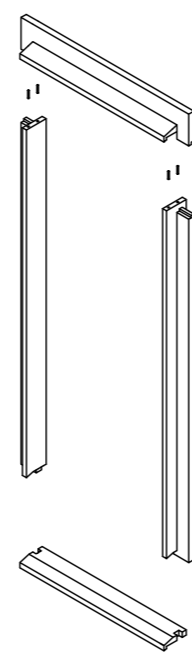
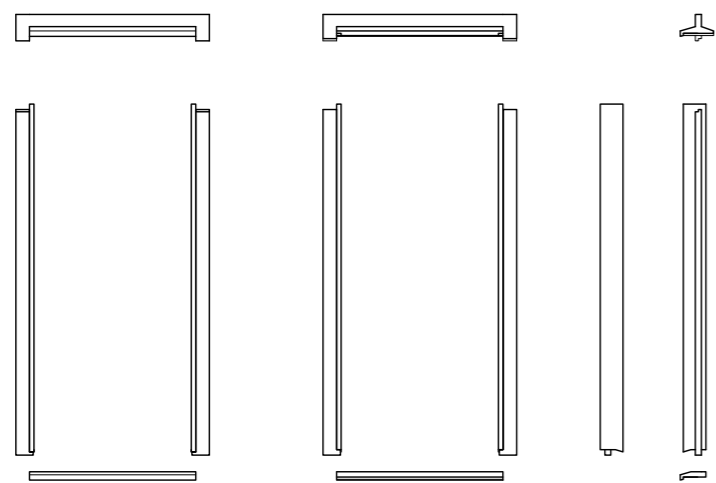


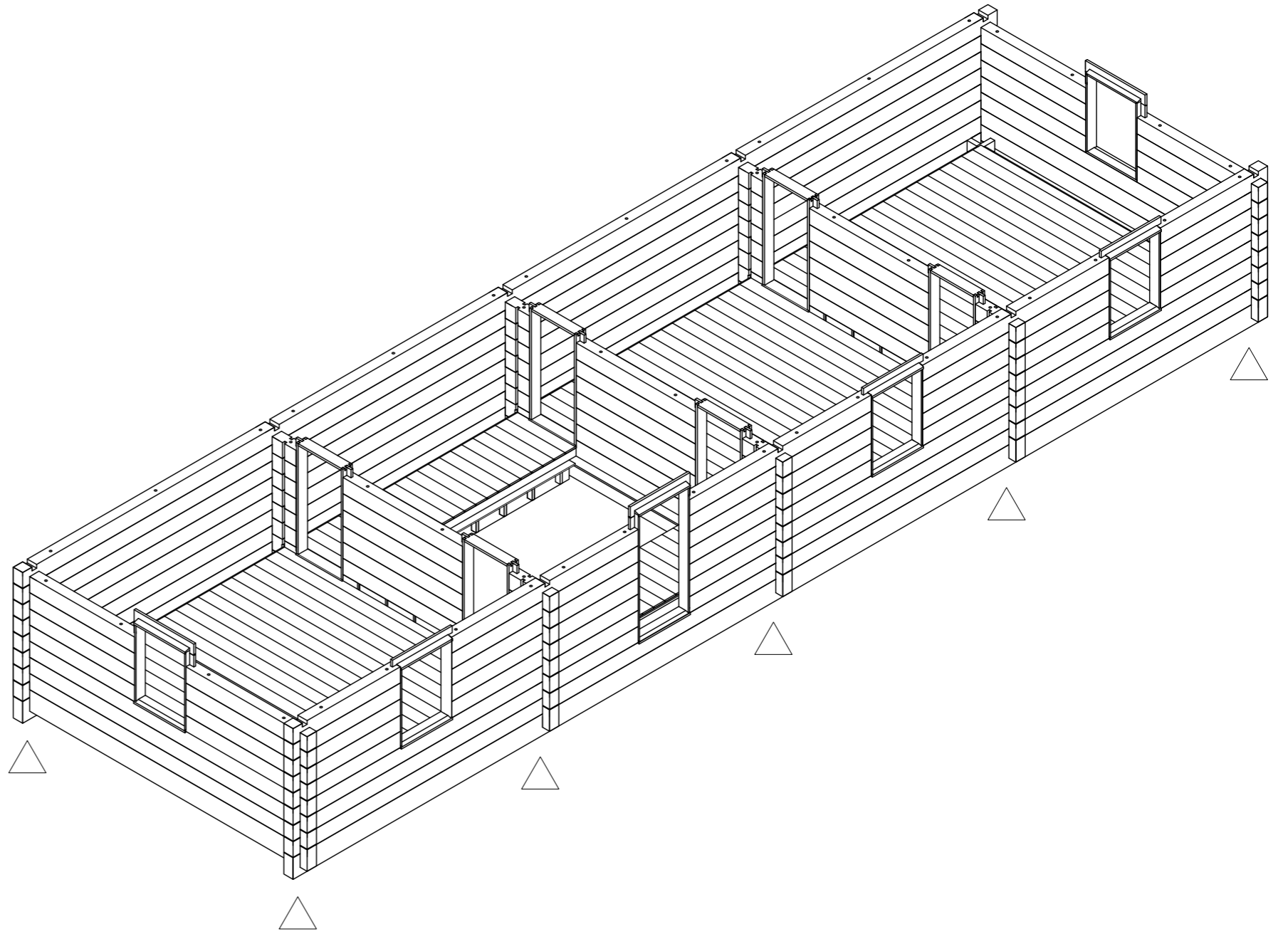
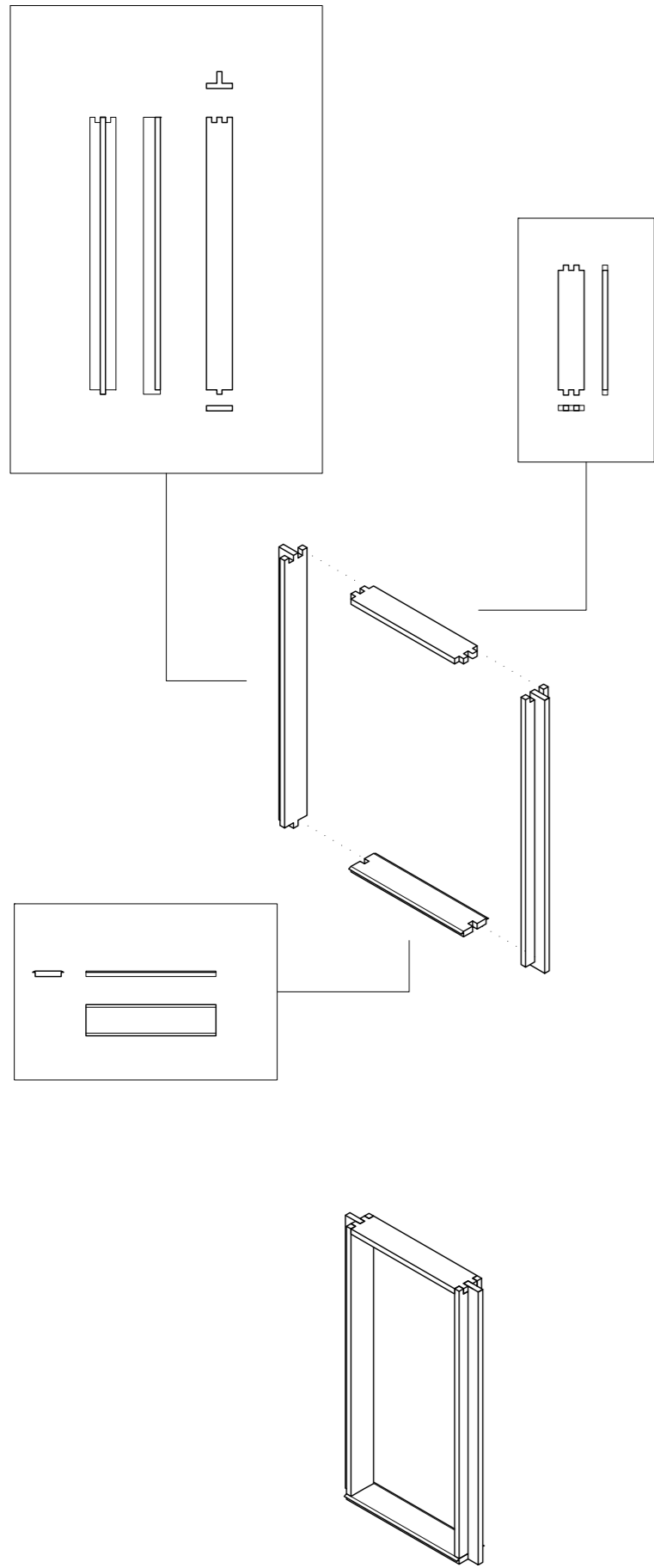


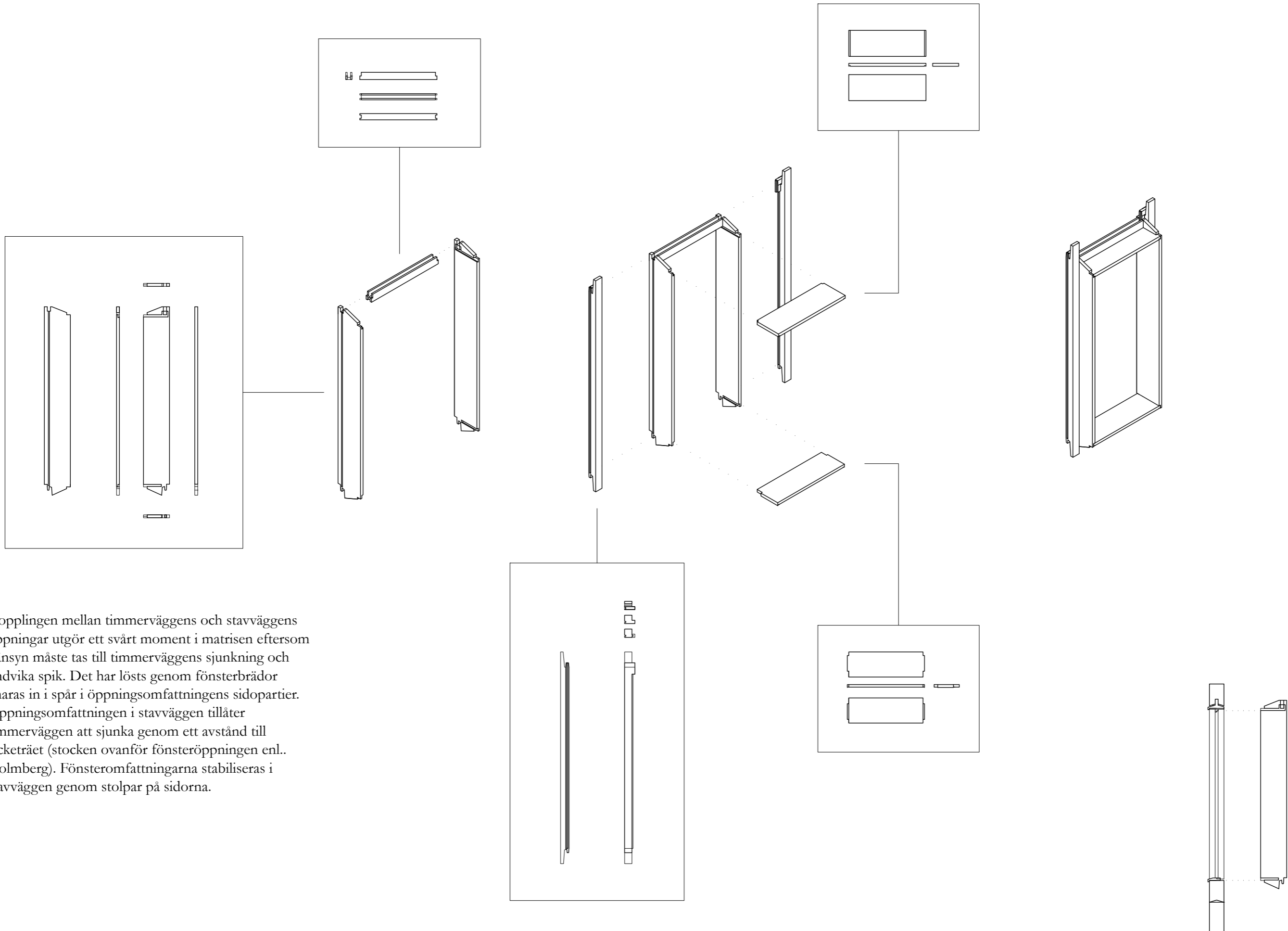
N
U

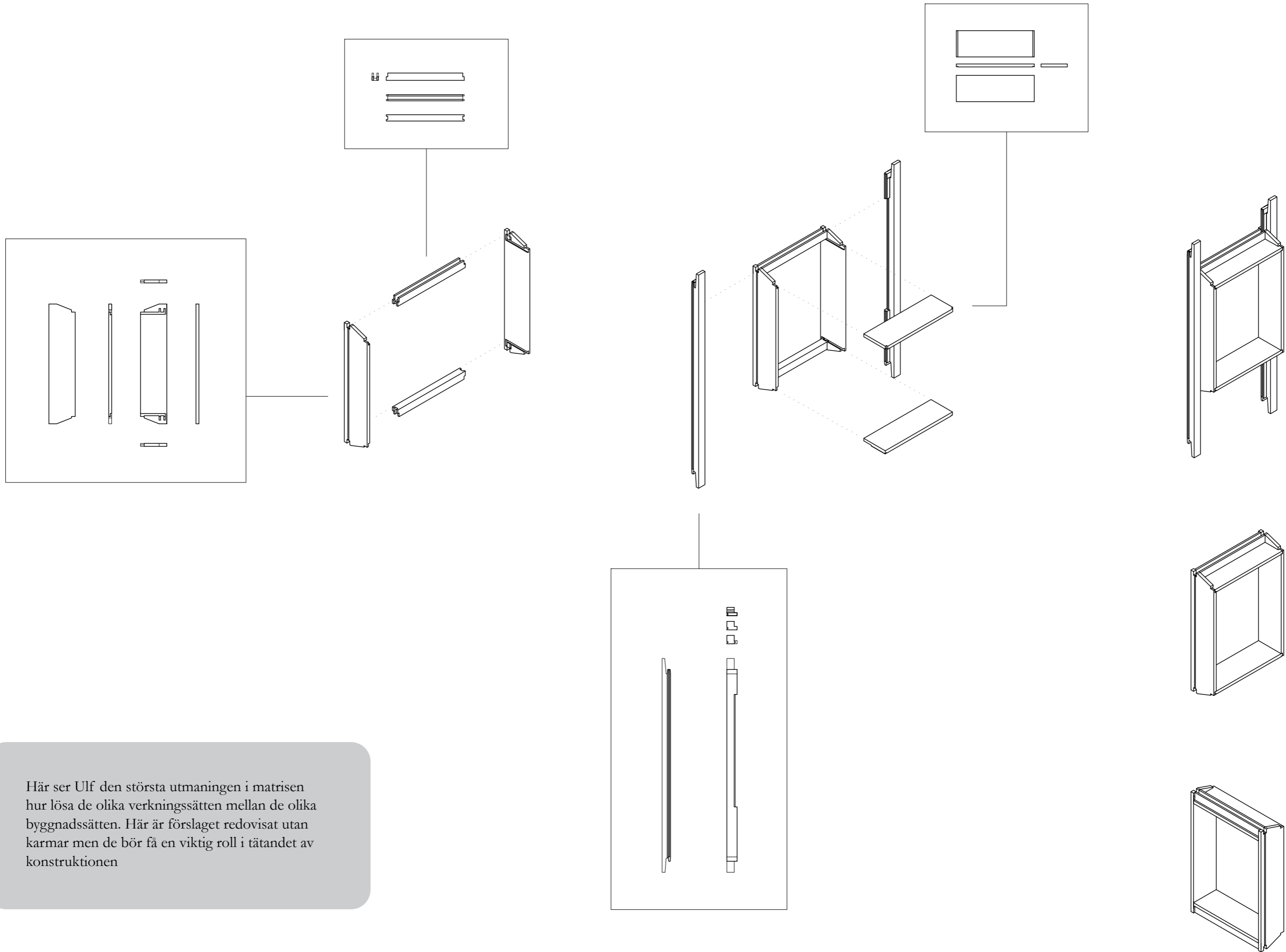


Fönstrens och dörrarnas gåtar tätar mellan vägg och karm och stabiliserar väggen. Mellanväggarnas dörrgåtar och omfattning lämnar sjunkmån över tänkt att täckas av fodret.

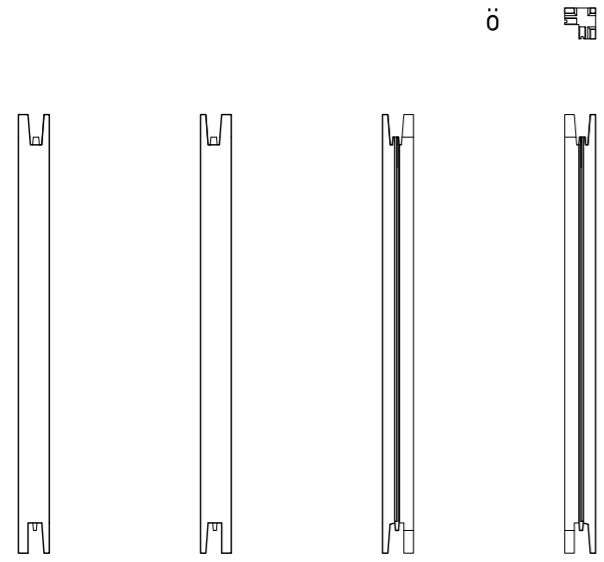




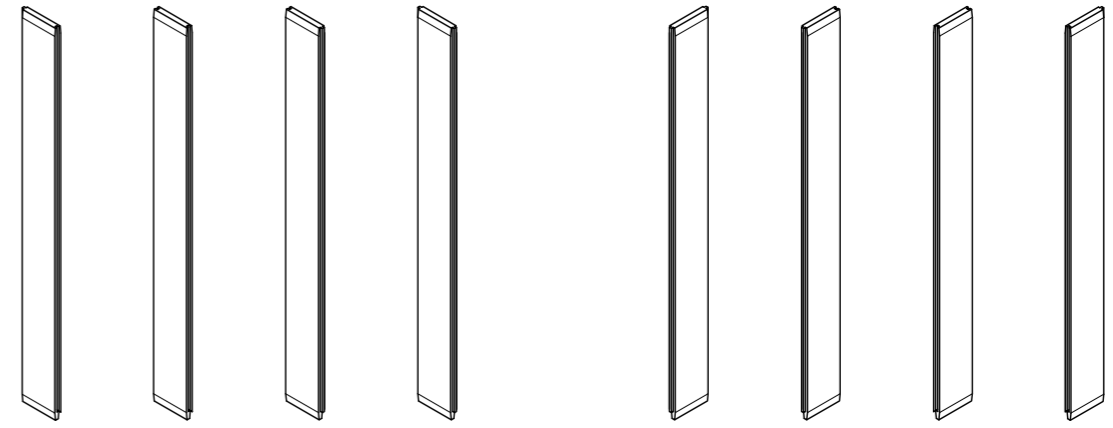
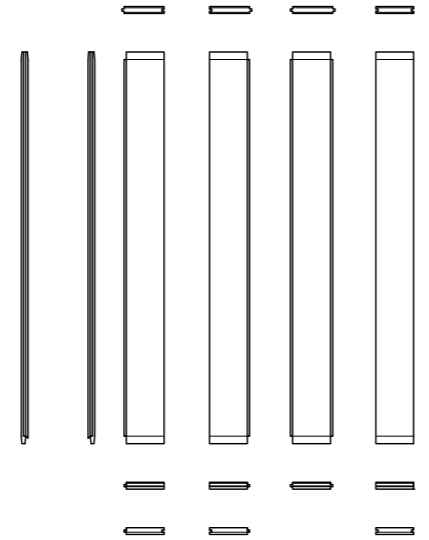




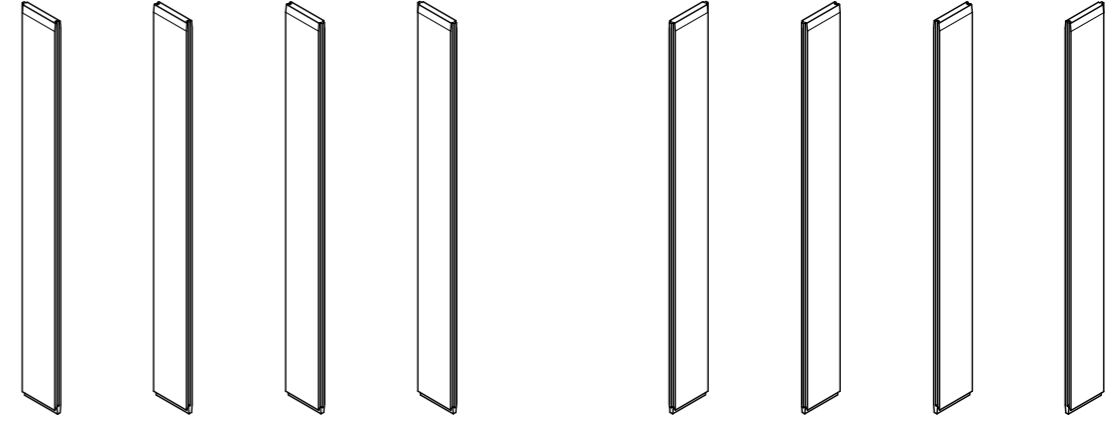
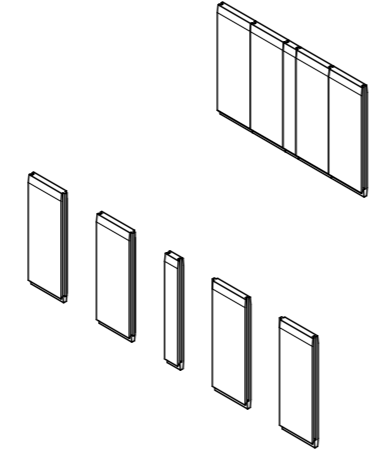
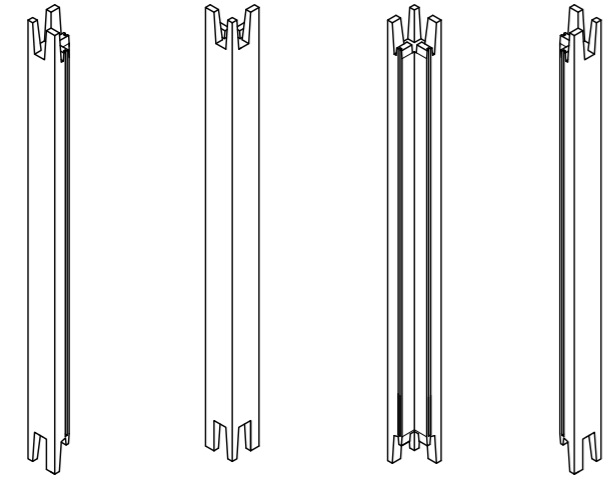
Här ser Ulf den största utmaningen i matrisen hur lösa de olika verkningsätten mellan de olika byggnadssätten. Här är förslaget redovisat utan karmar men de bör få en viktig roll i tätandet av konstruktionen



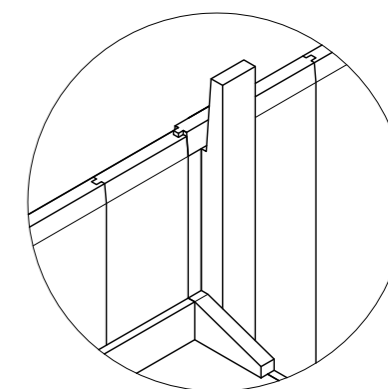
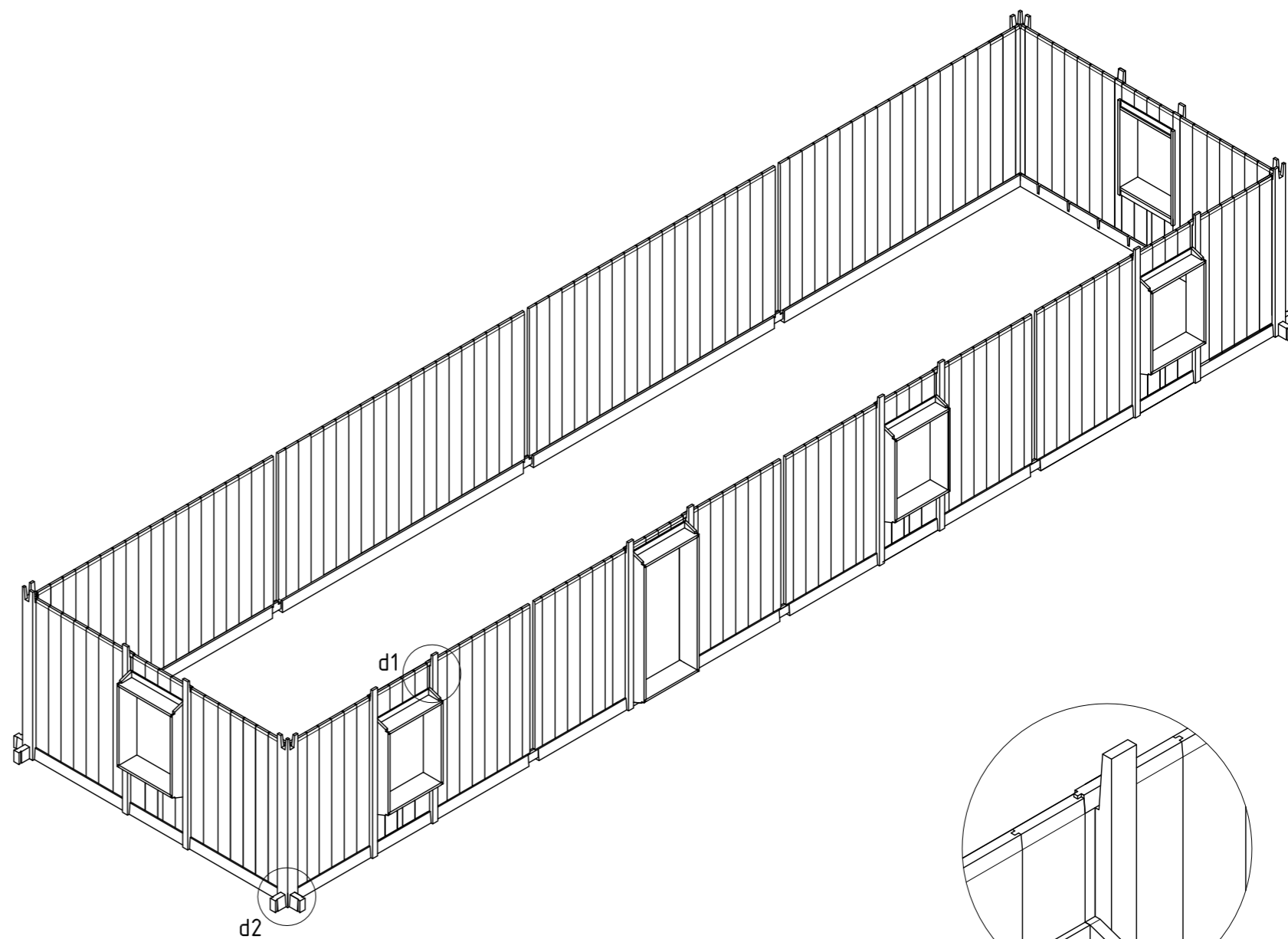
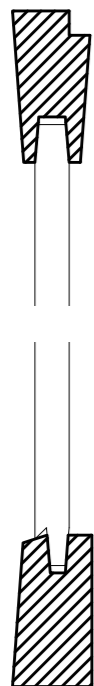
o



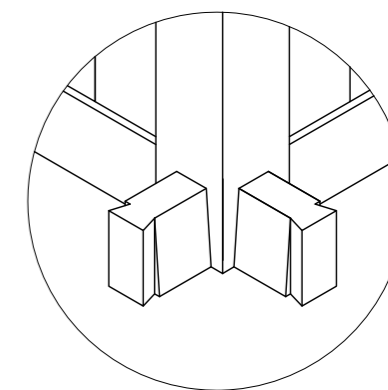
u



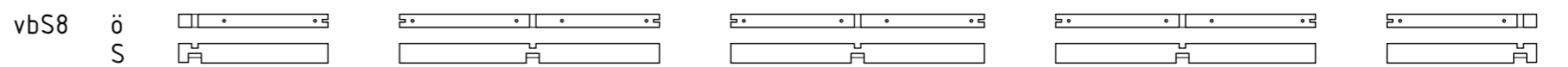
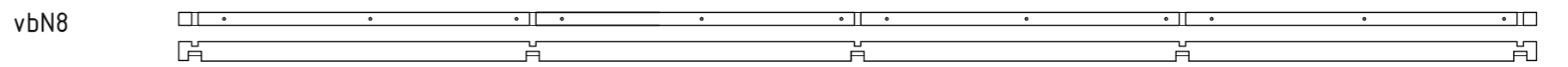
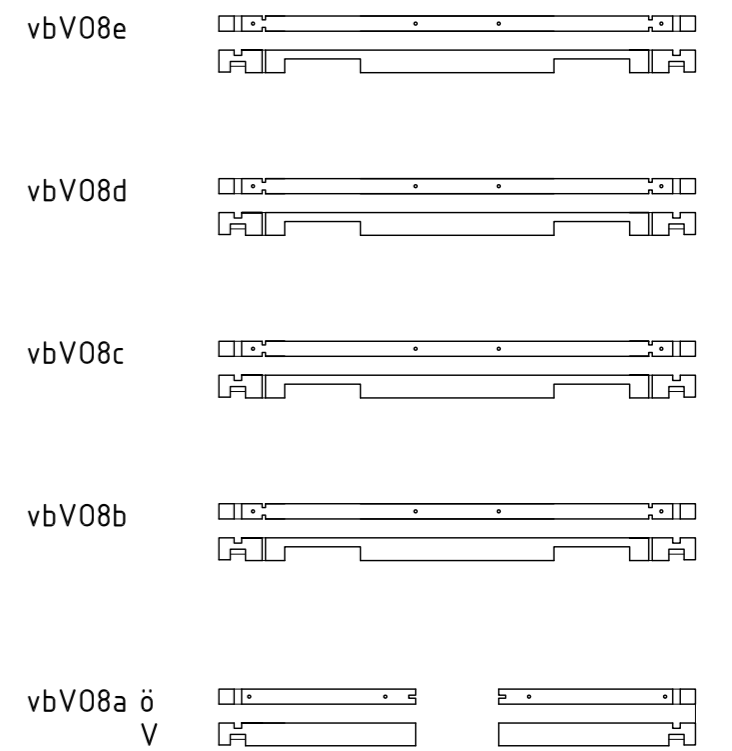
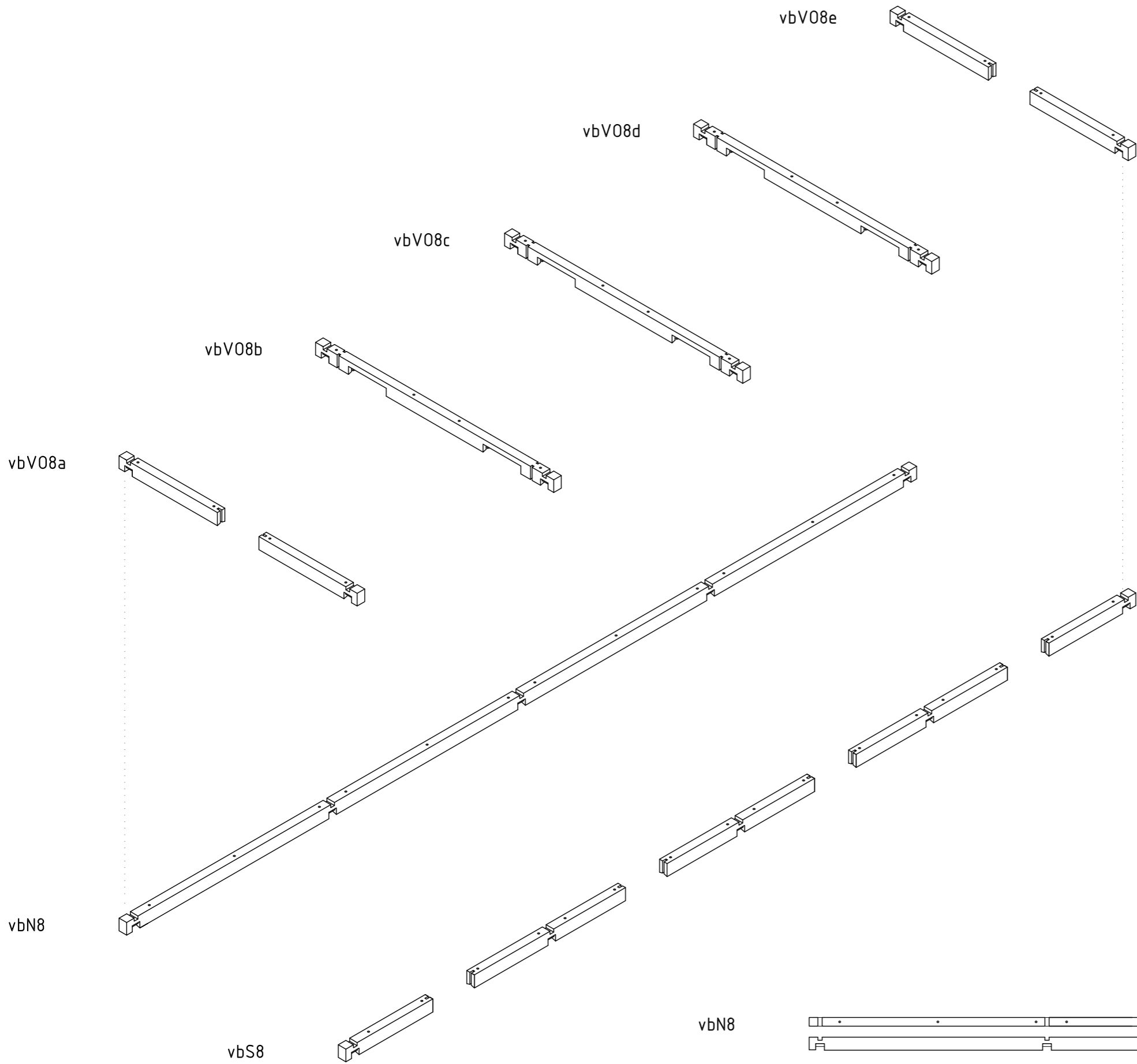
Den inre delen av skalväggen utgörs av en stavkonstruktion. Där stavsyllstockarna möter varandra står en stolpe som bär upp hammarbandet i stavsystemet. Stavarna är placerade i spår i syllbandet och hammarbandet och är sedan notade i varandra. En detalj jag tagit med här som inte är nödvändig i en konstruktion där stadväggen är en väderskyddad vägg är hur de ansluter till stavsyllen med en överlappning för att tätta mot vatten. Detta möjliggör dock en återanvändning av stavarna som delar i en yttervägg.

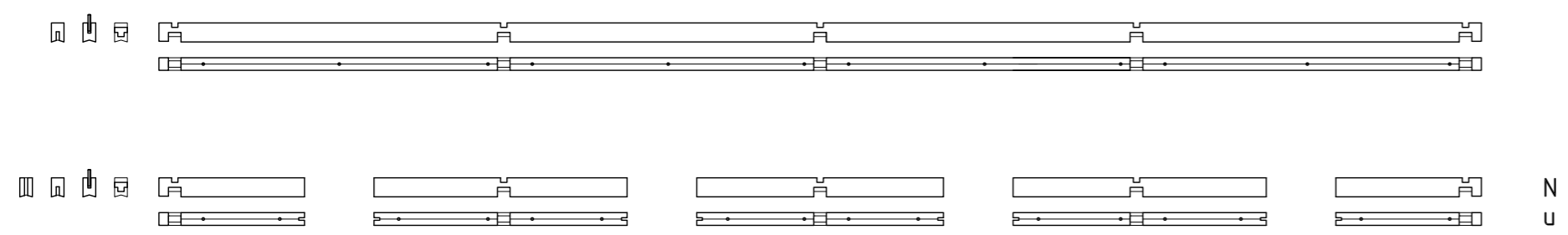
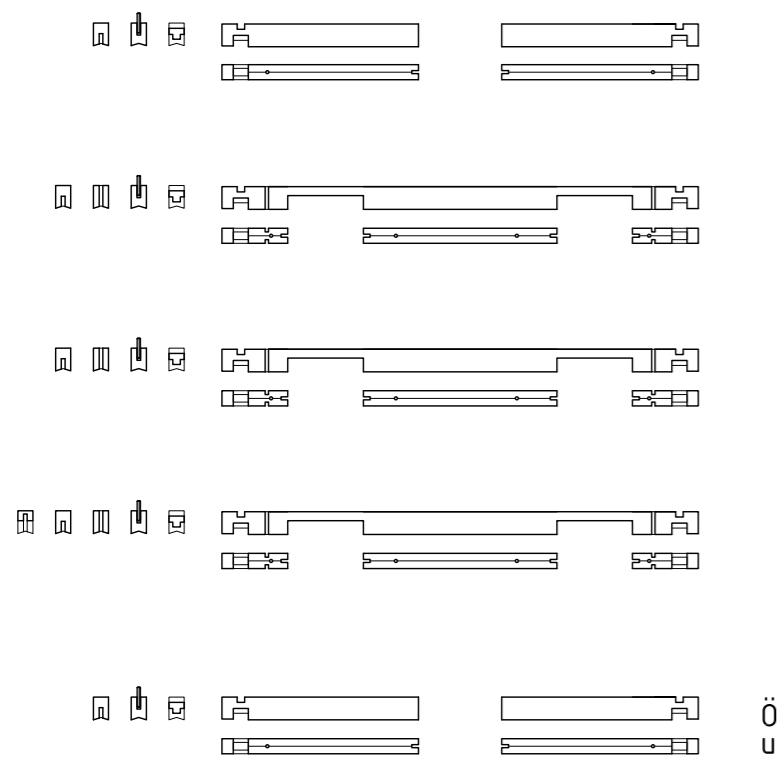
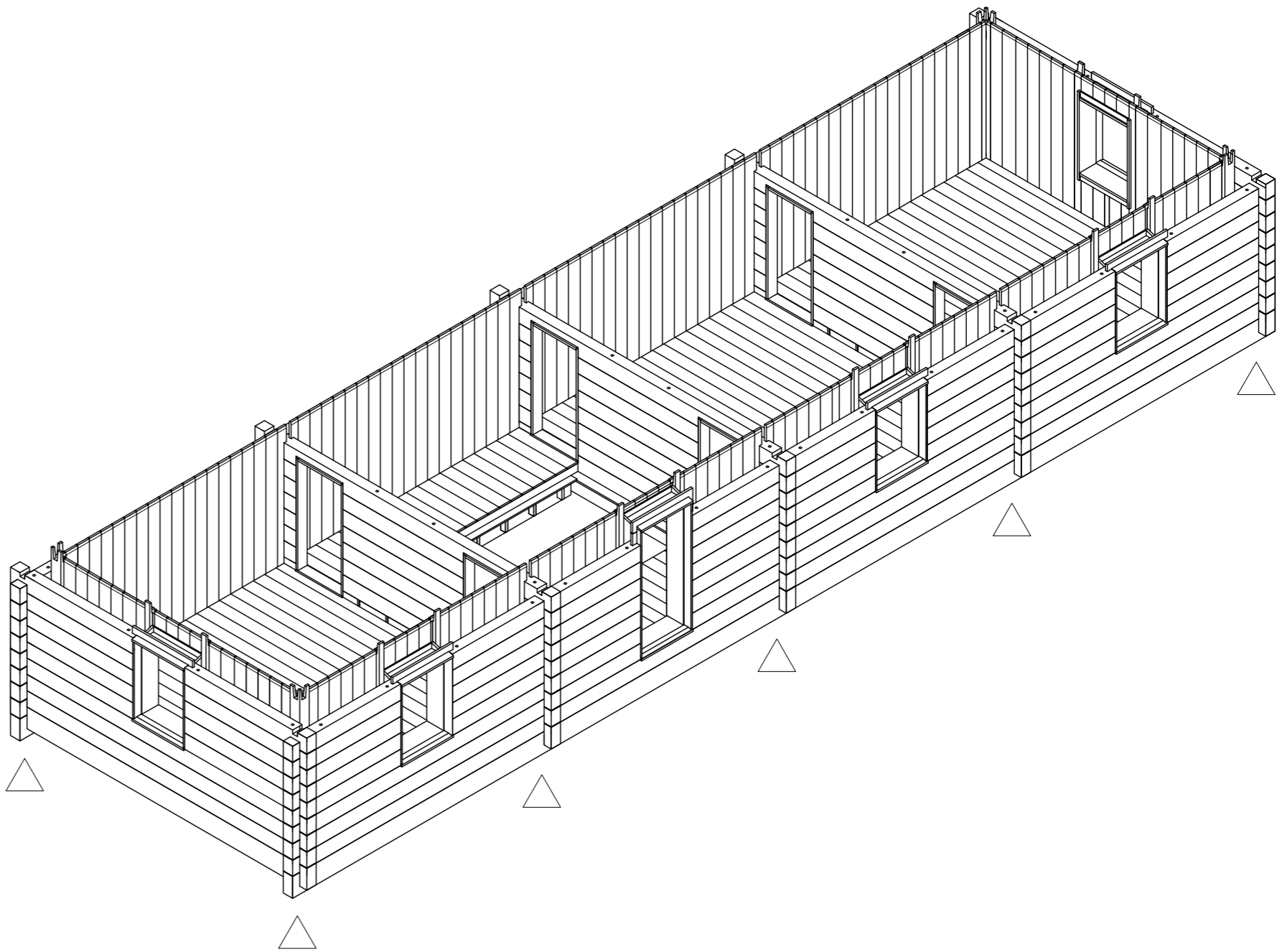


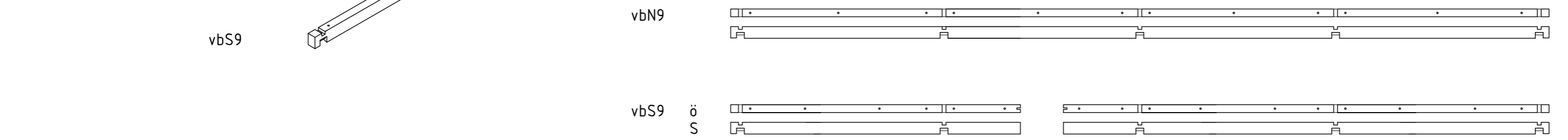
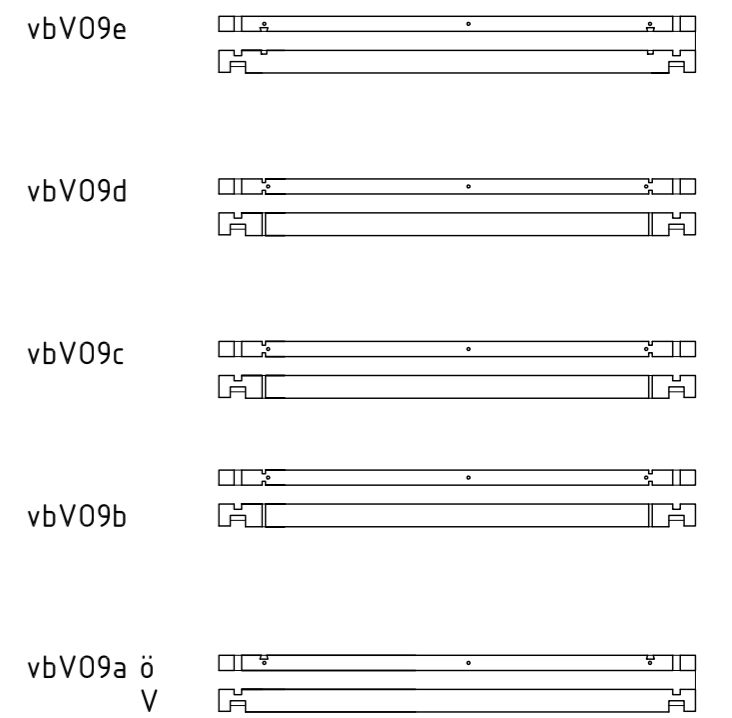
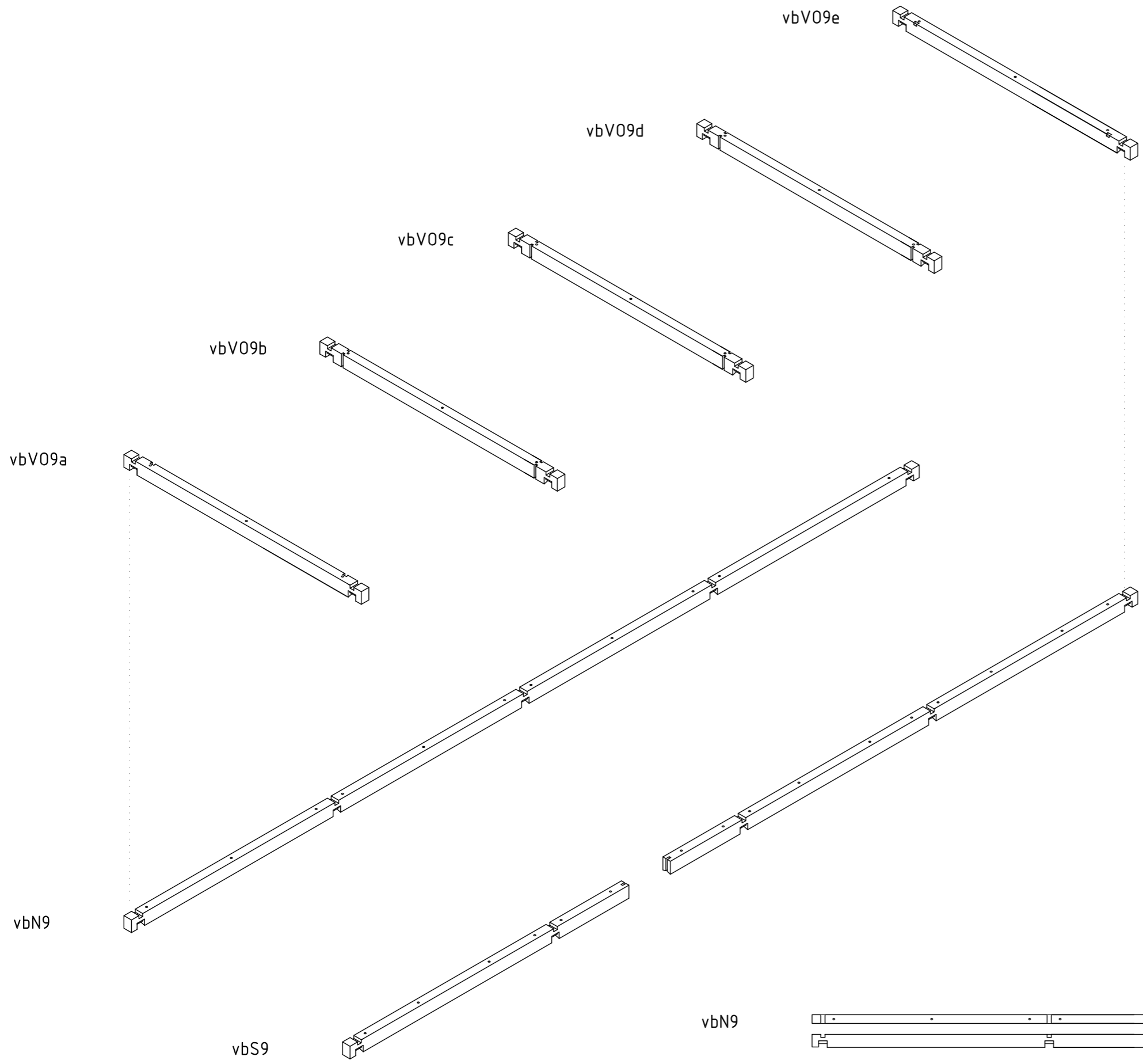
d1



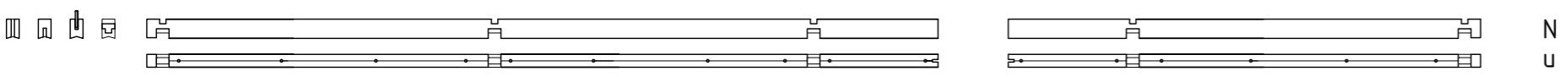
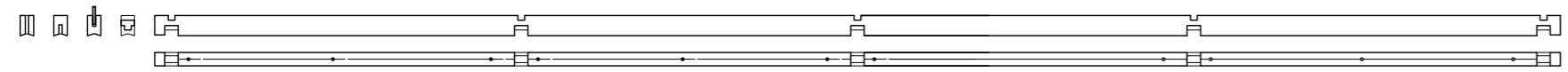
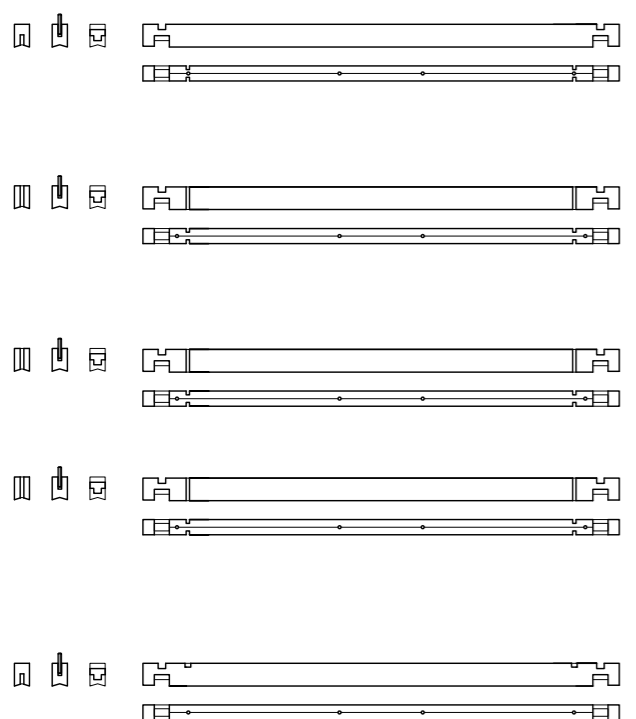
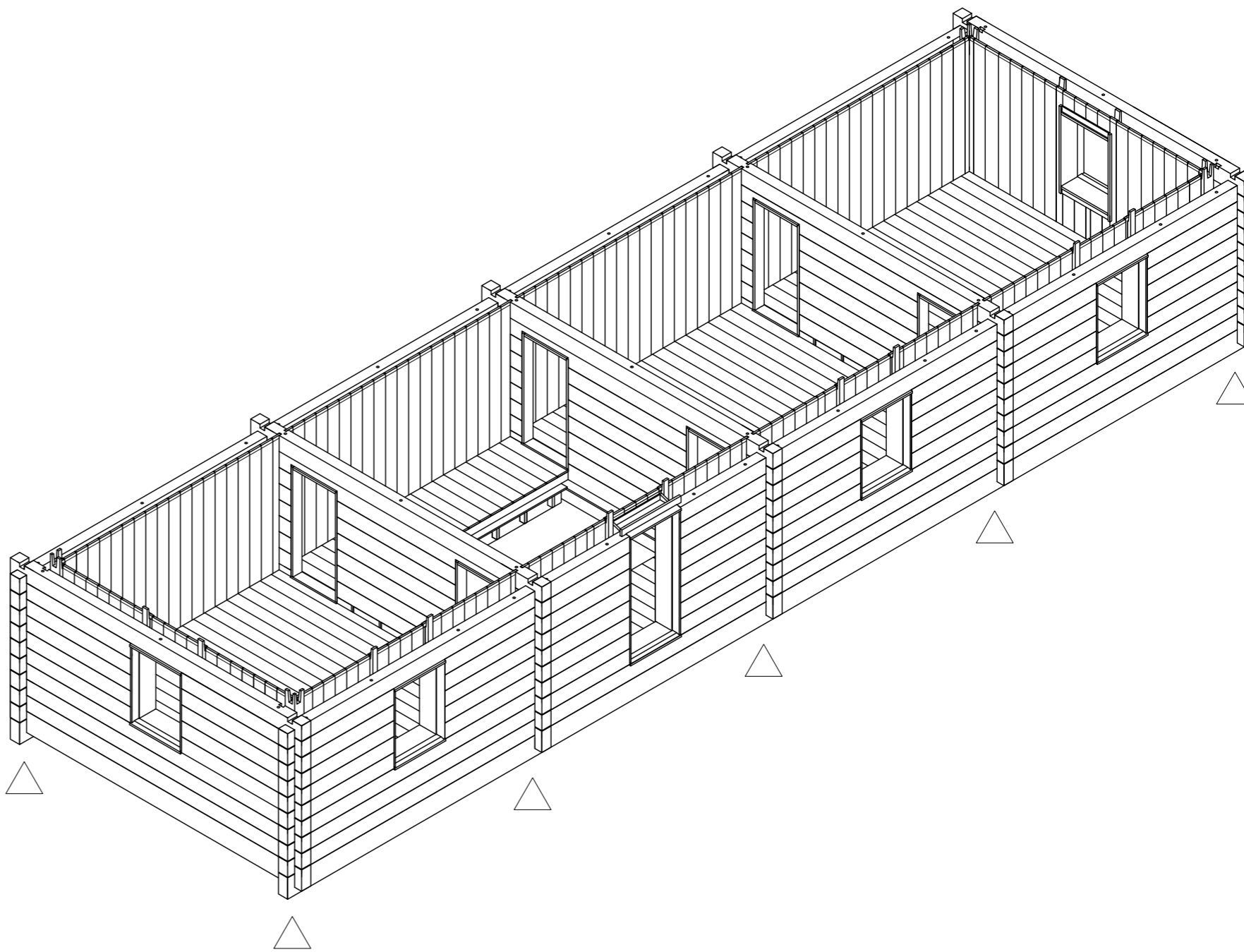
d2



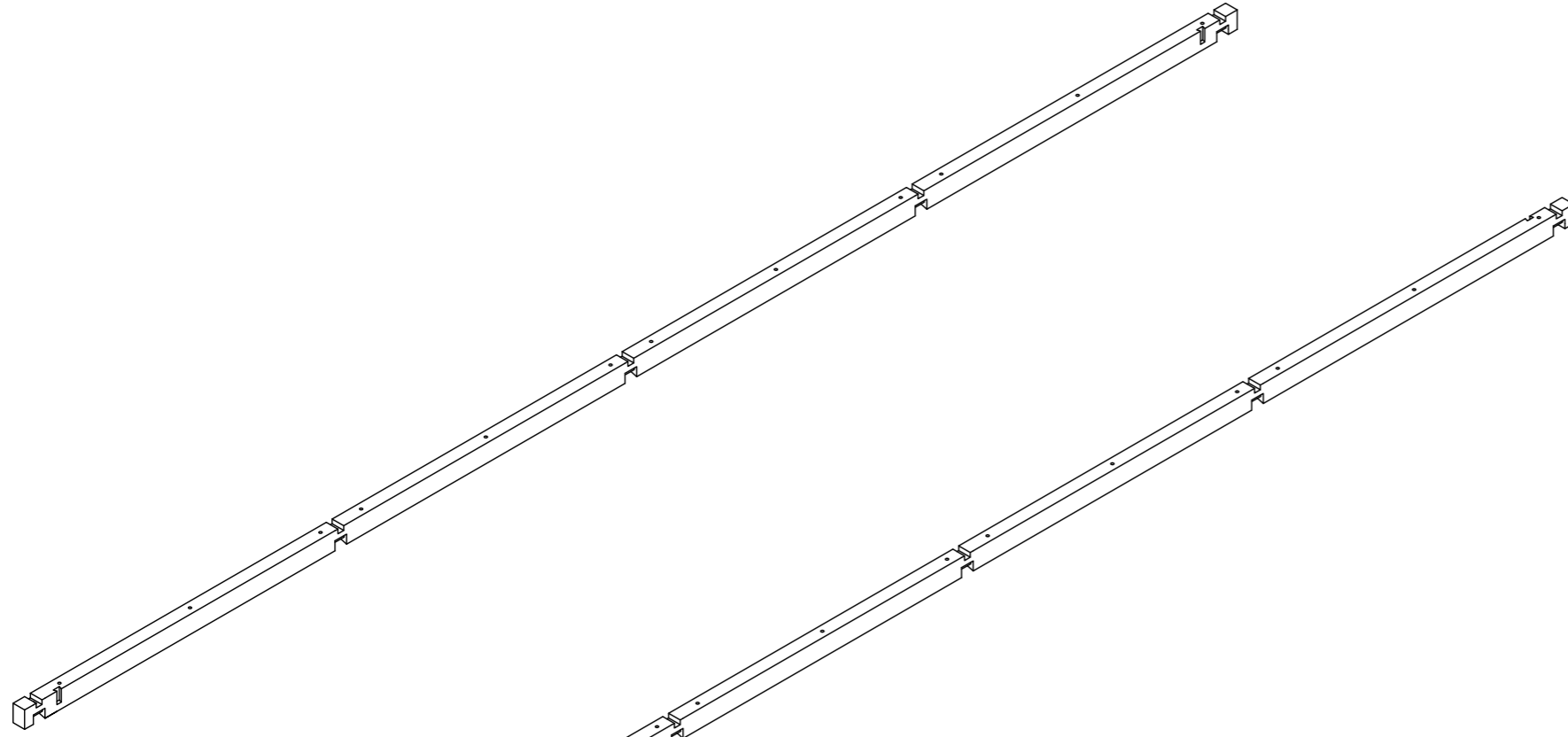




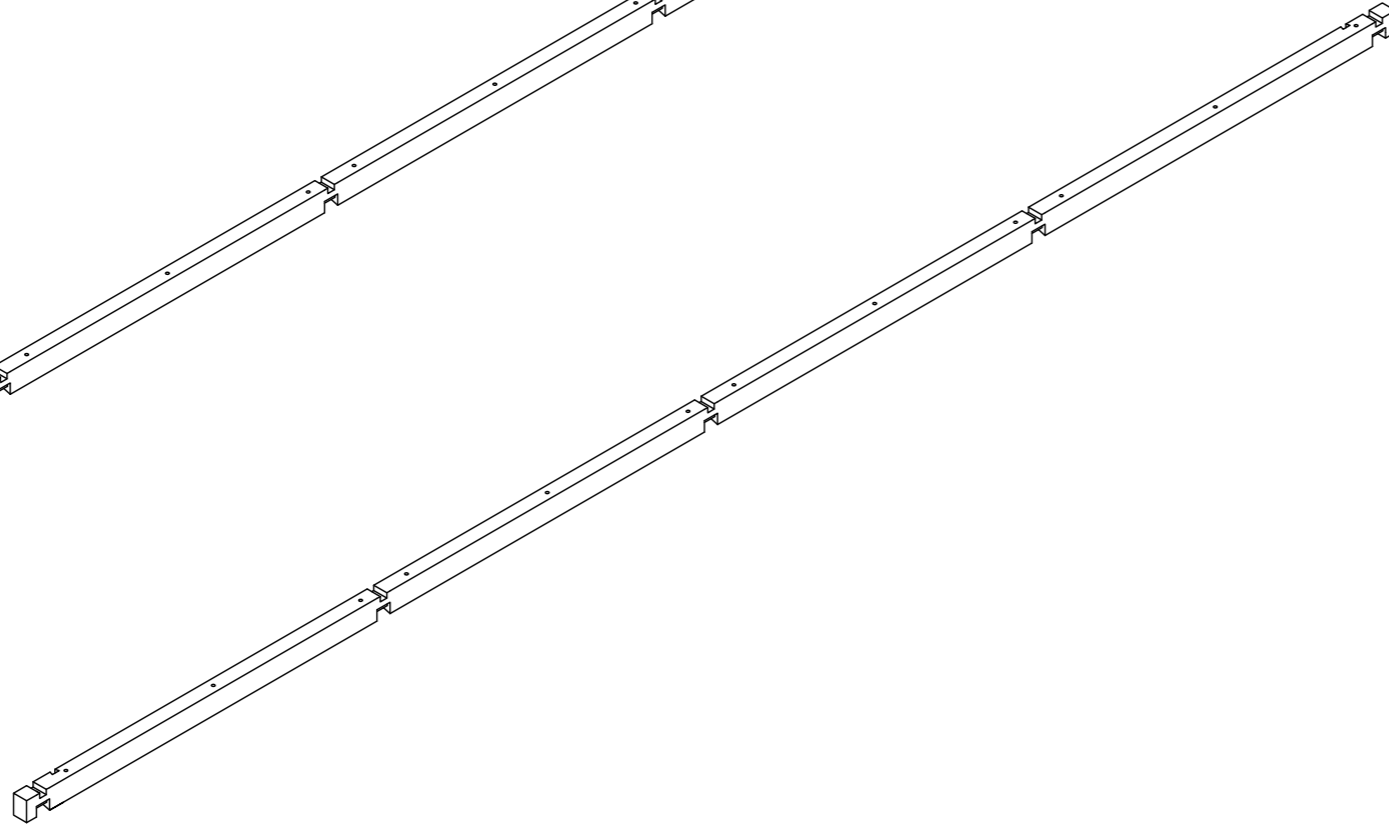
Att placera stavväggen på insidan kan utgöra en problematik i och med att man inte får samma möjlighet att utnyttja timmerstommens värmelagrande kapacitet under vinden. Det finns även en risk att fuktmåtnaden nås inom konstruktionen om lösull används som isolering mellan timmer och stavvägg. Den dubbla väggen i sig kan dock utgöra en förbättring på kapaciteten för isolering och framförallt drag.



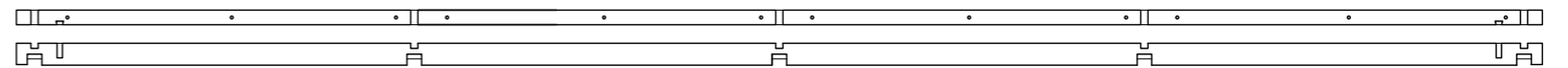
vbN10



vbS10

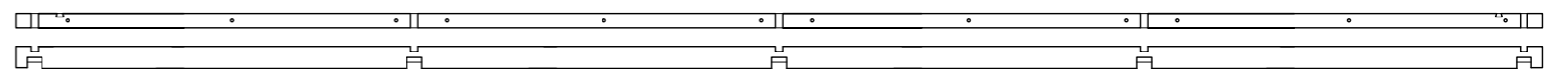


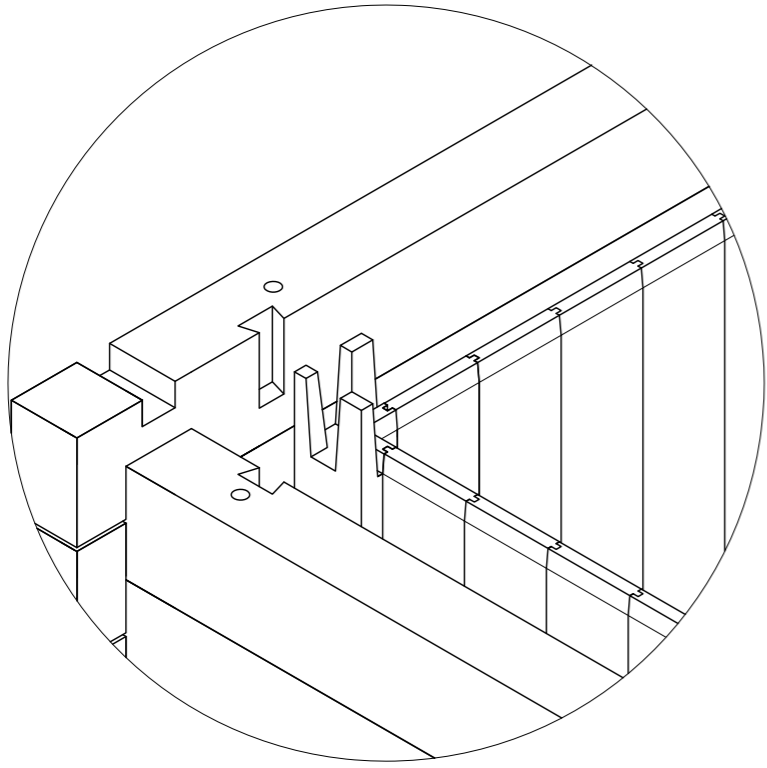
vbN10



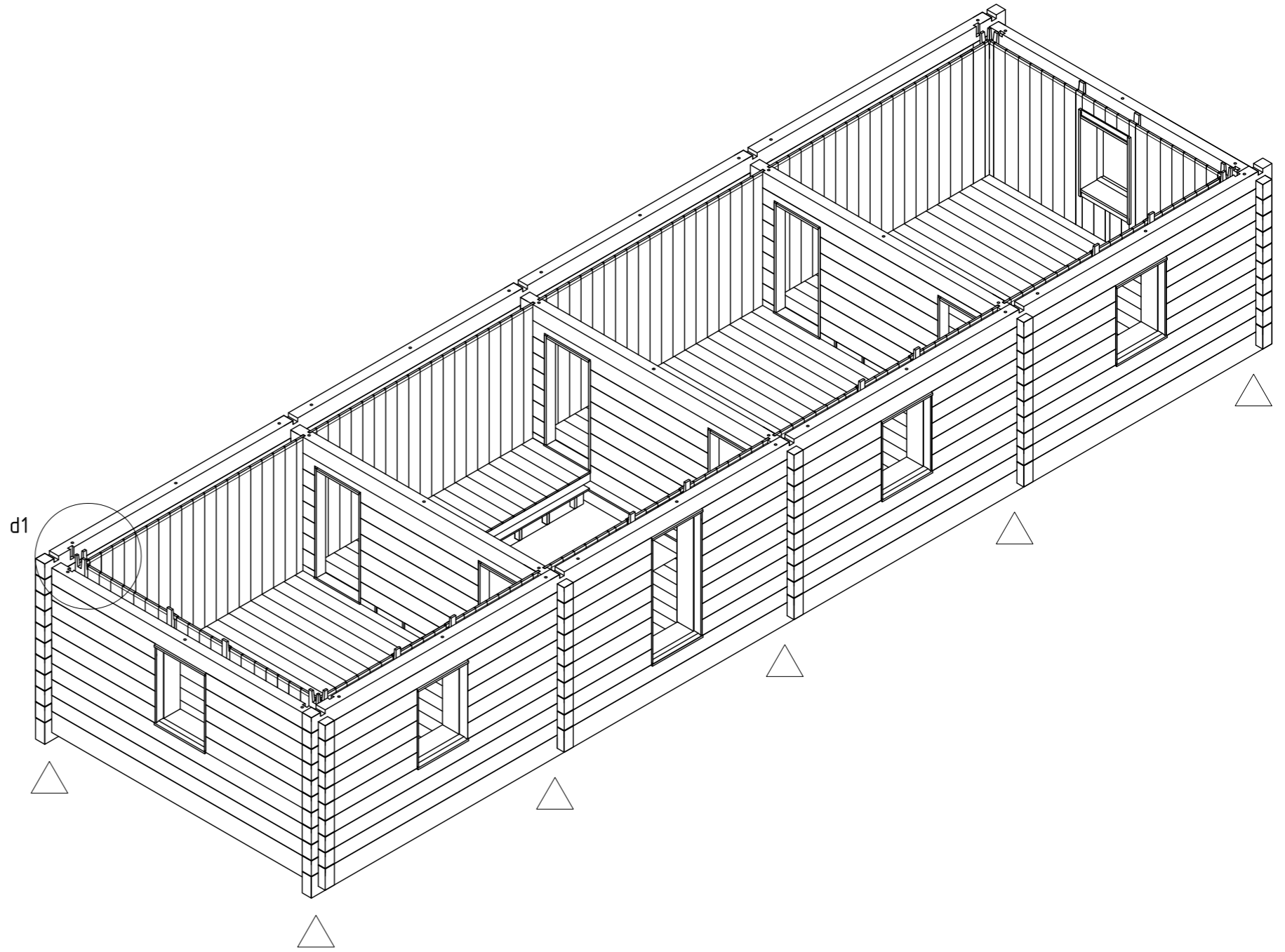
vbS10

ö
S

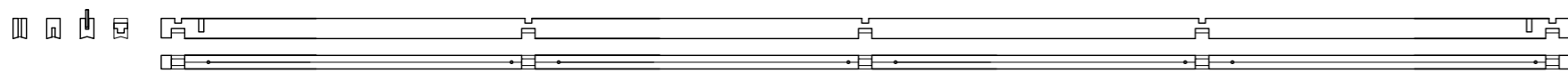
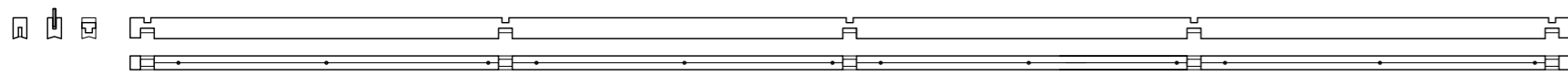




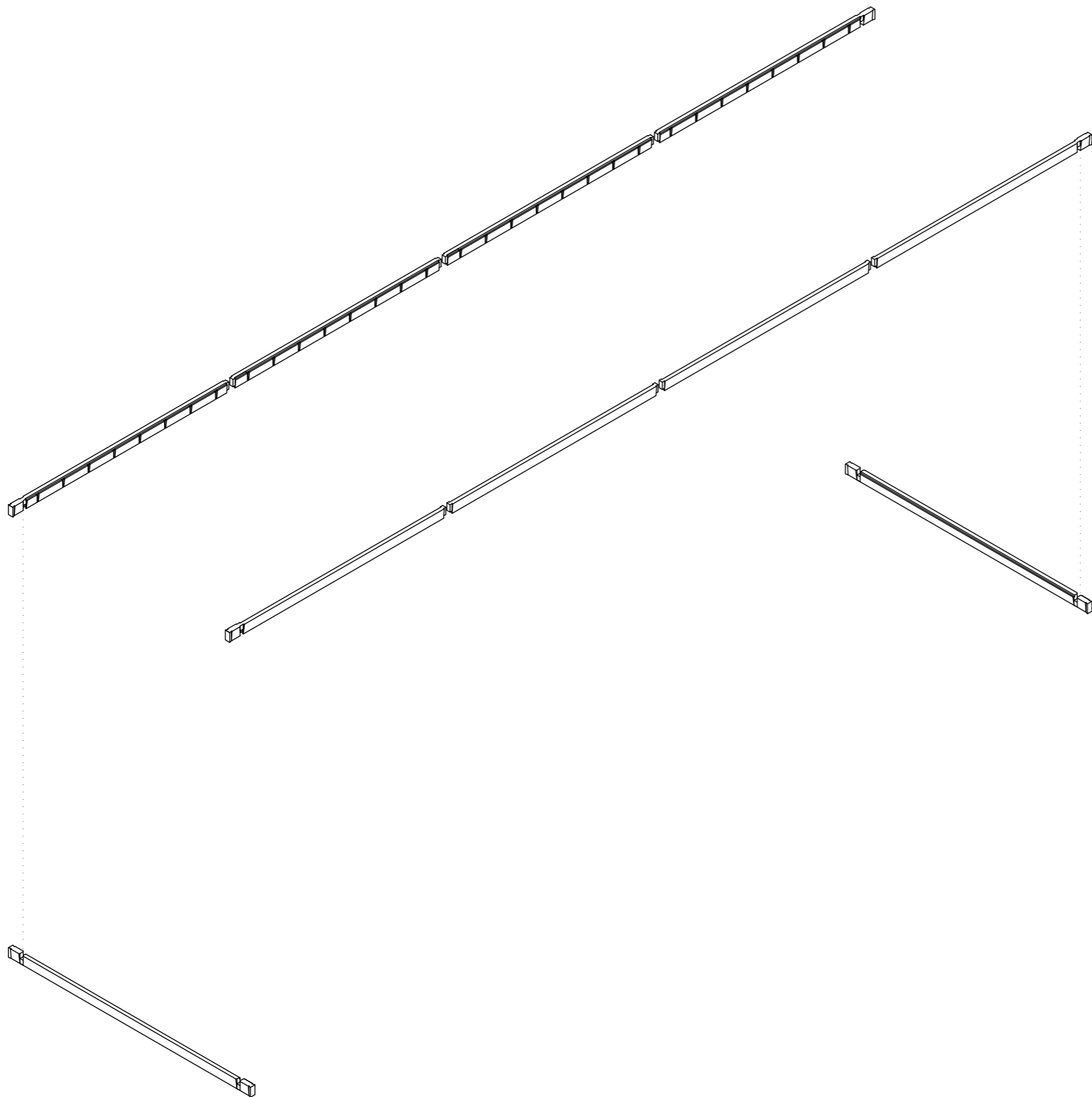
d1



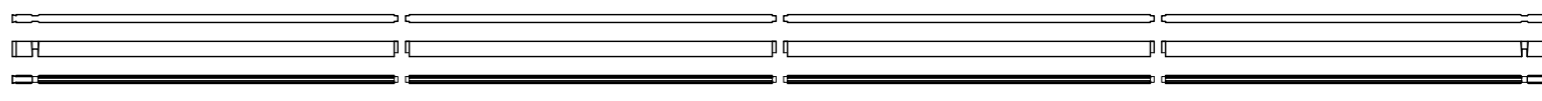
d1



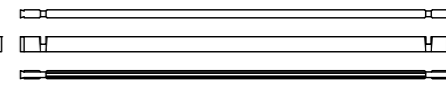
N
U

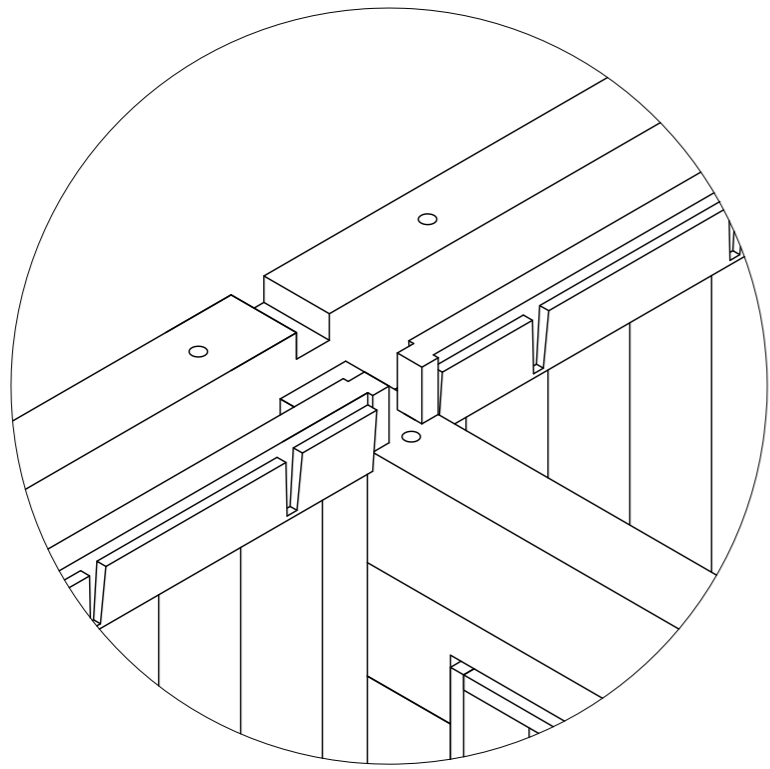


2x shbSN
 $\ddot{S}(N)$
 U

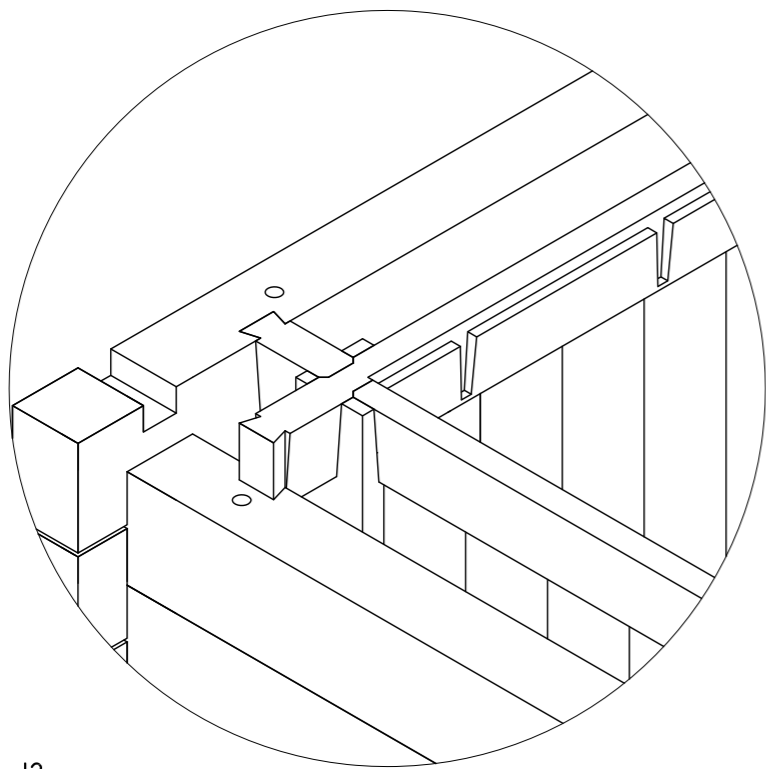
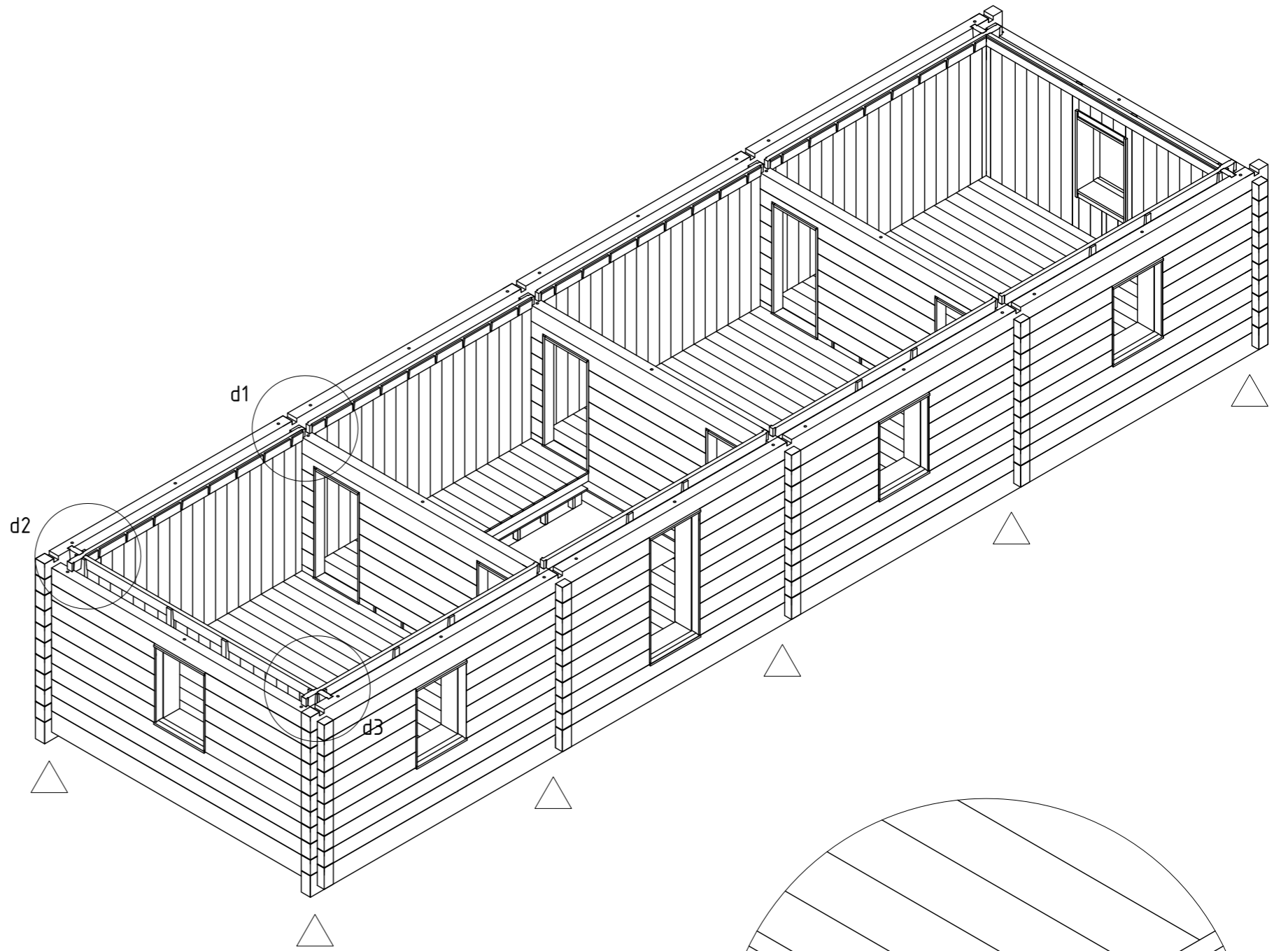


2x shbVO
 $\ddot{V}(0)$
 U

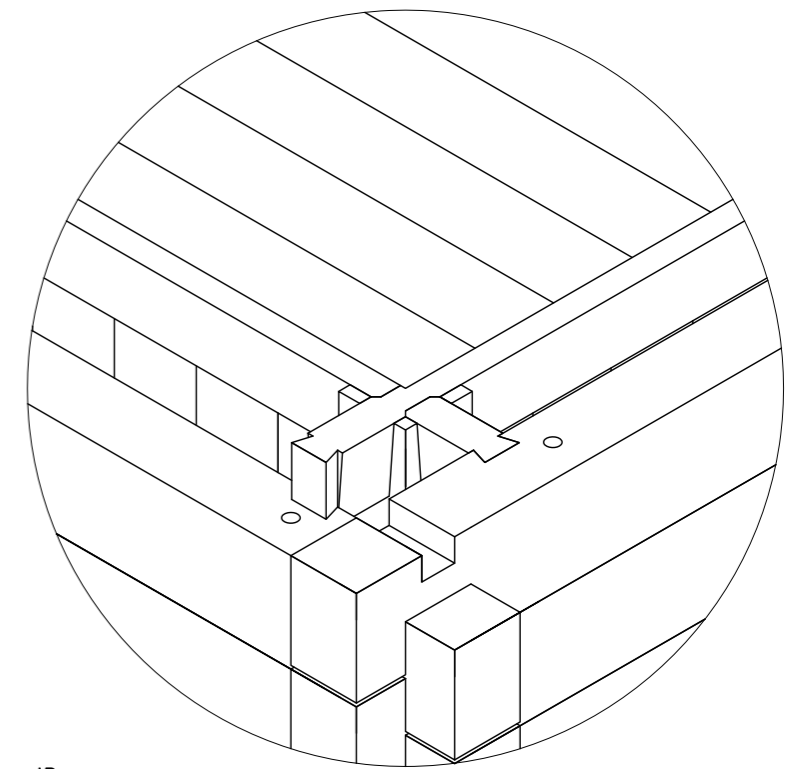




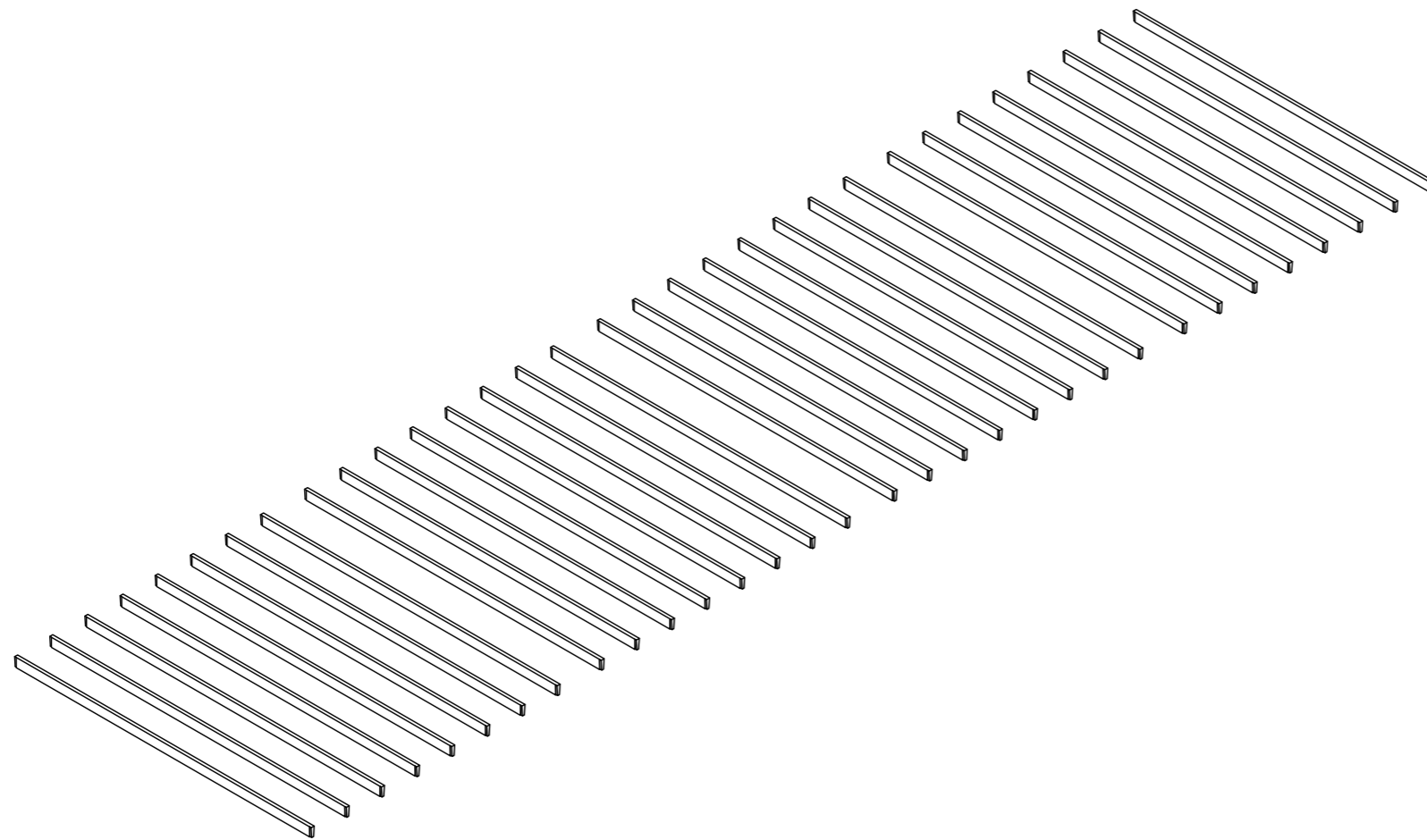
d1



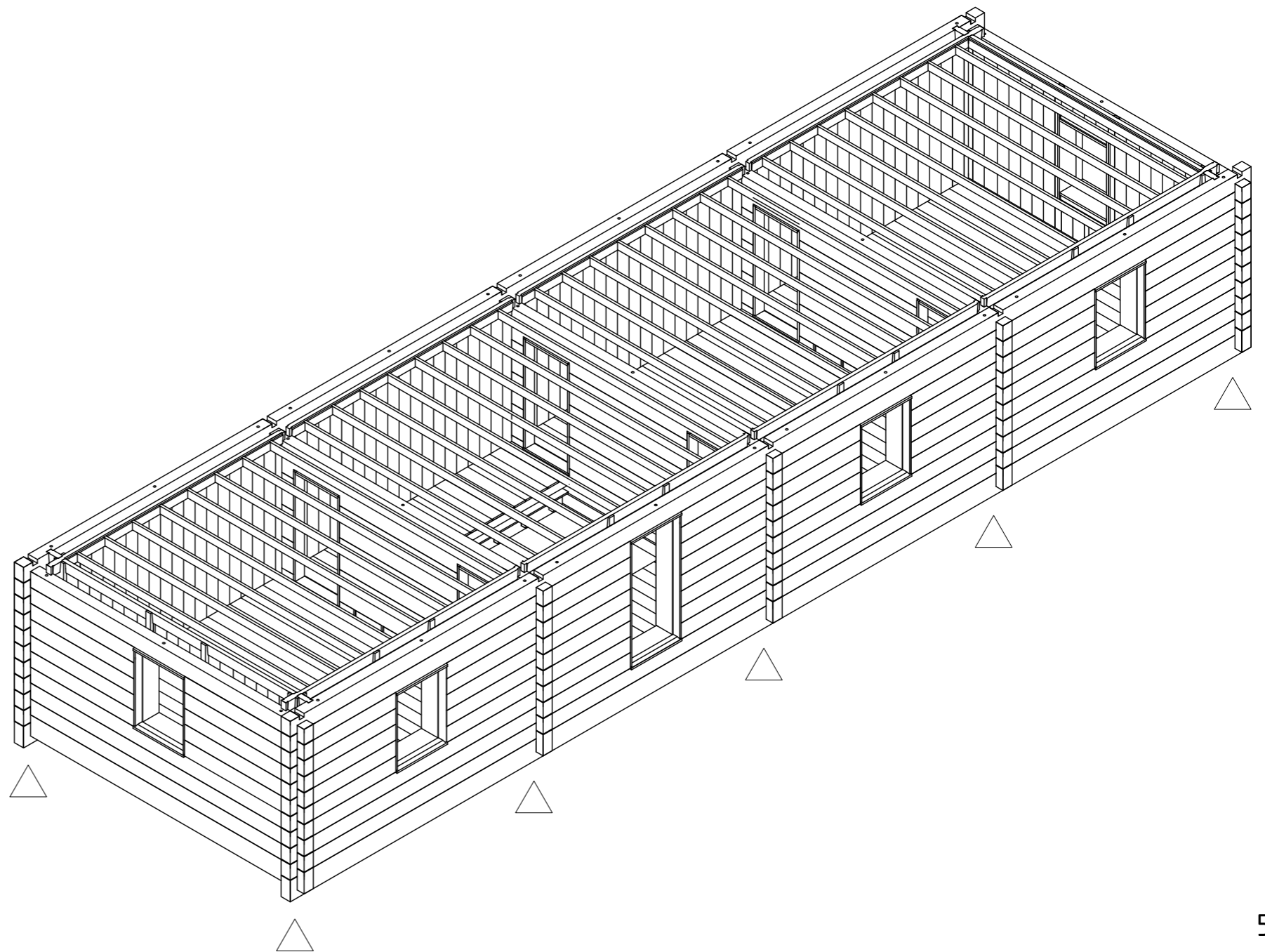
d2

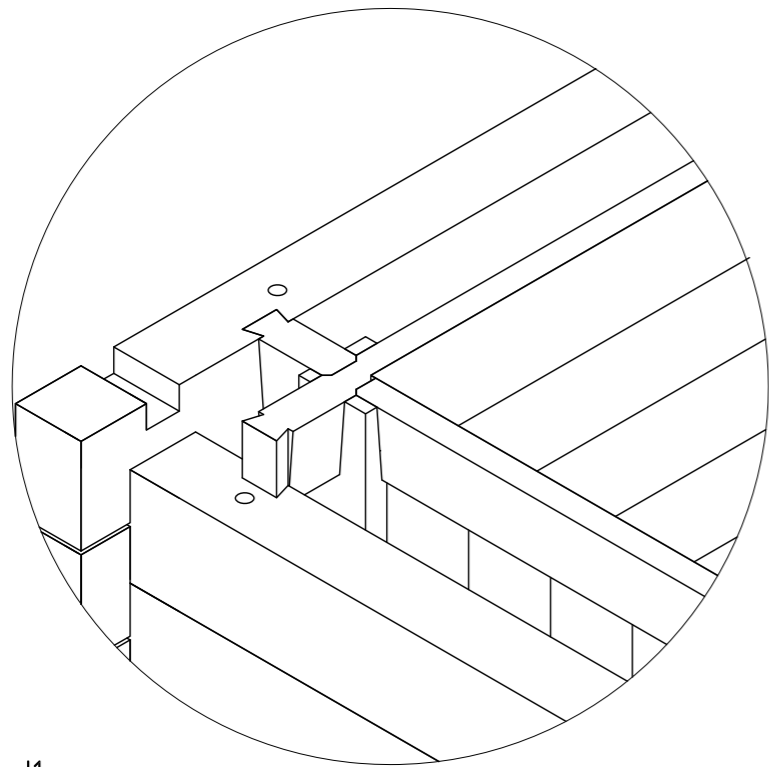
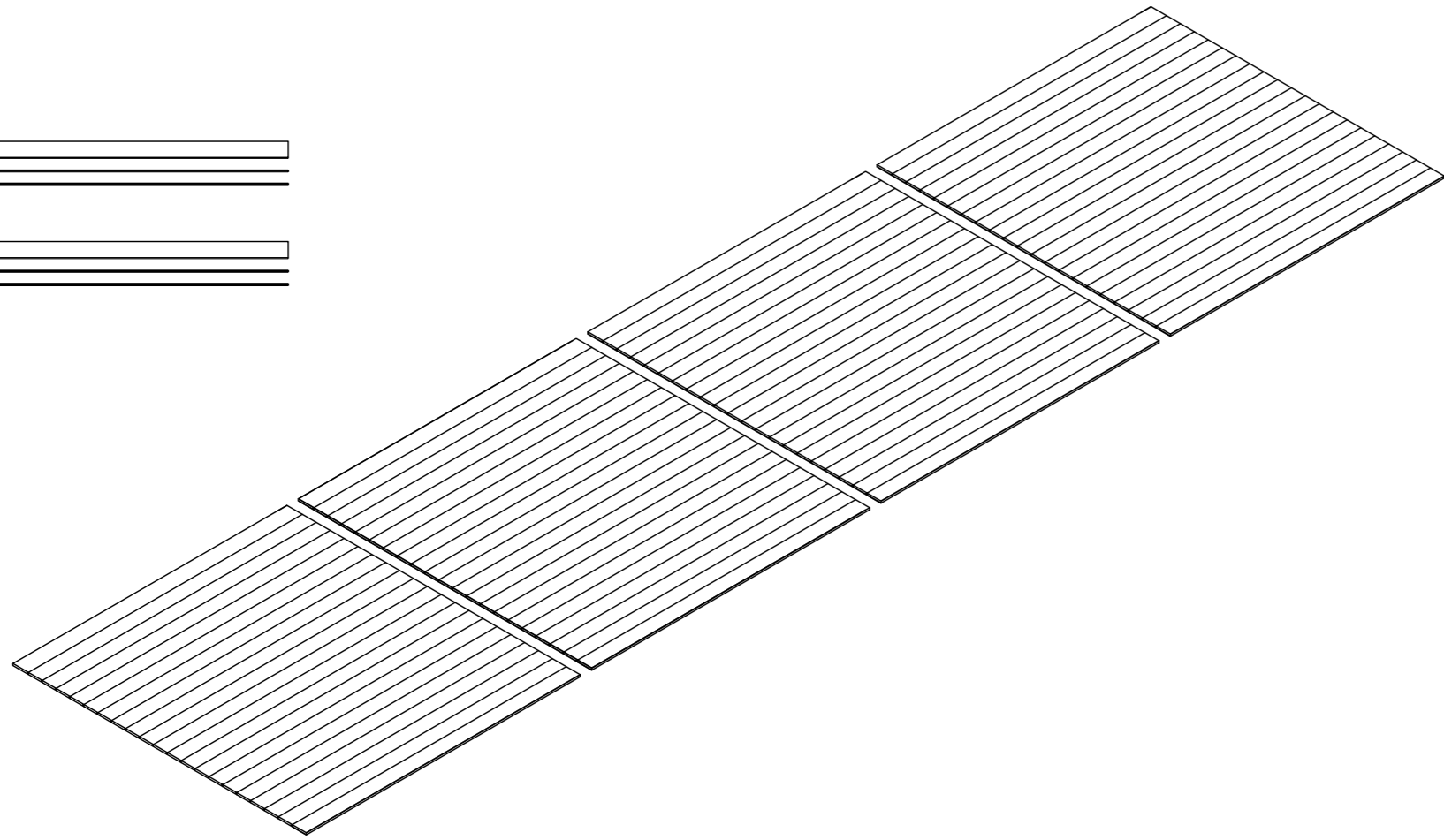
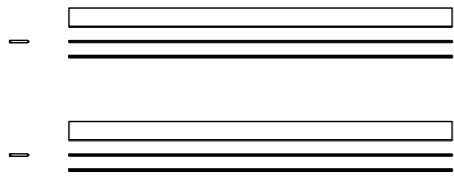


d3

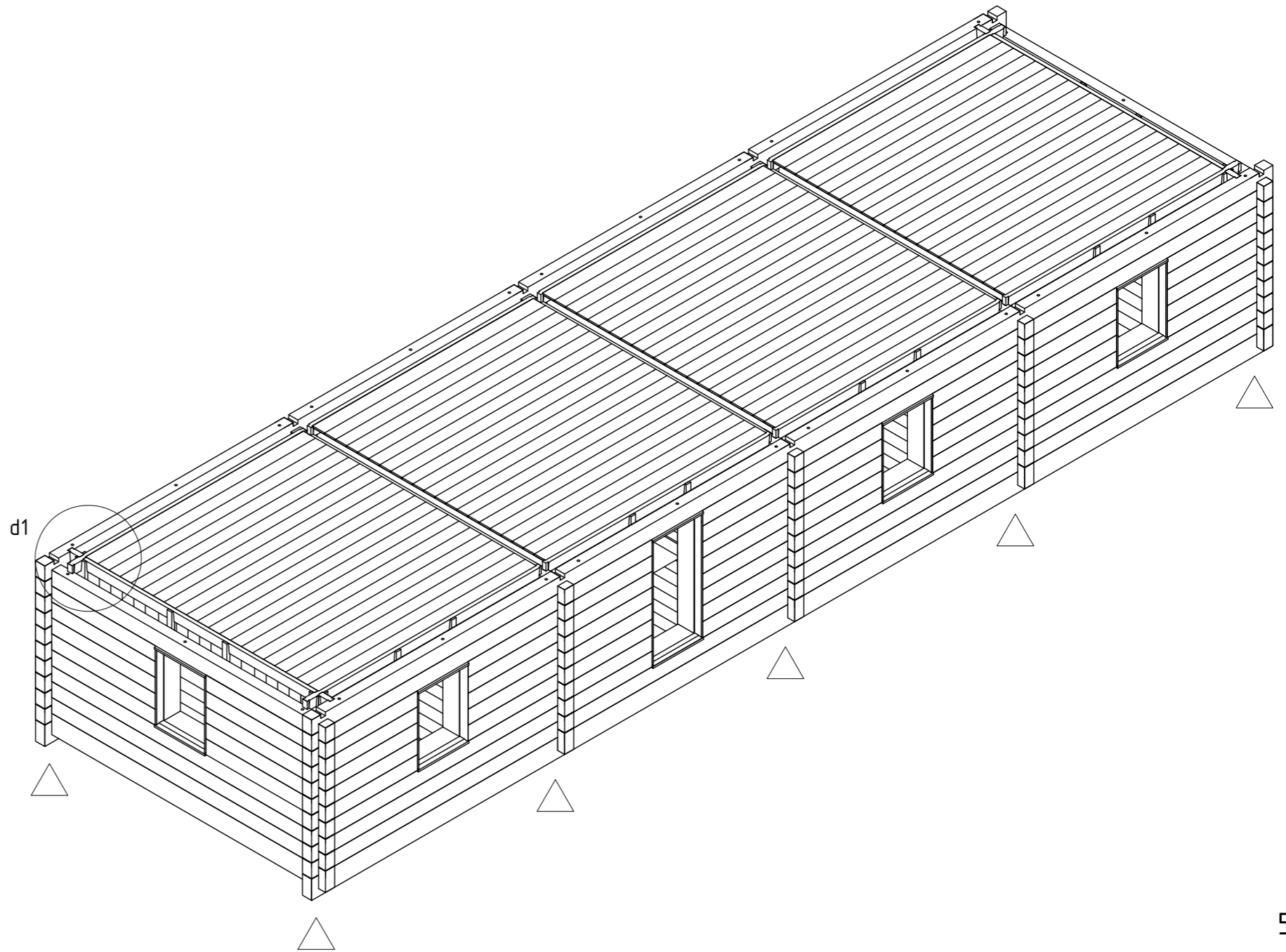


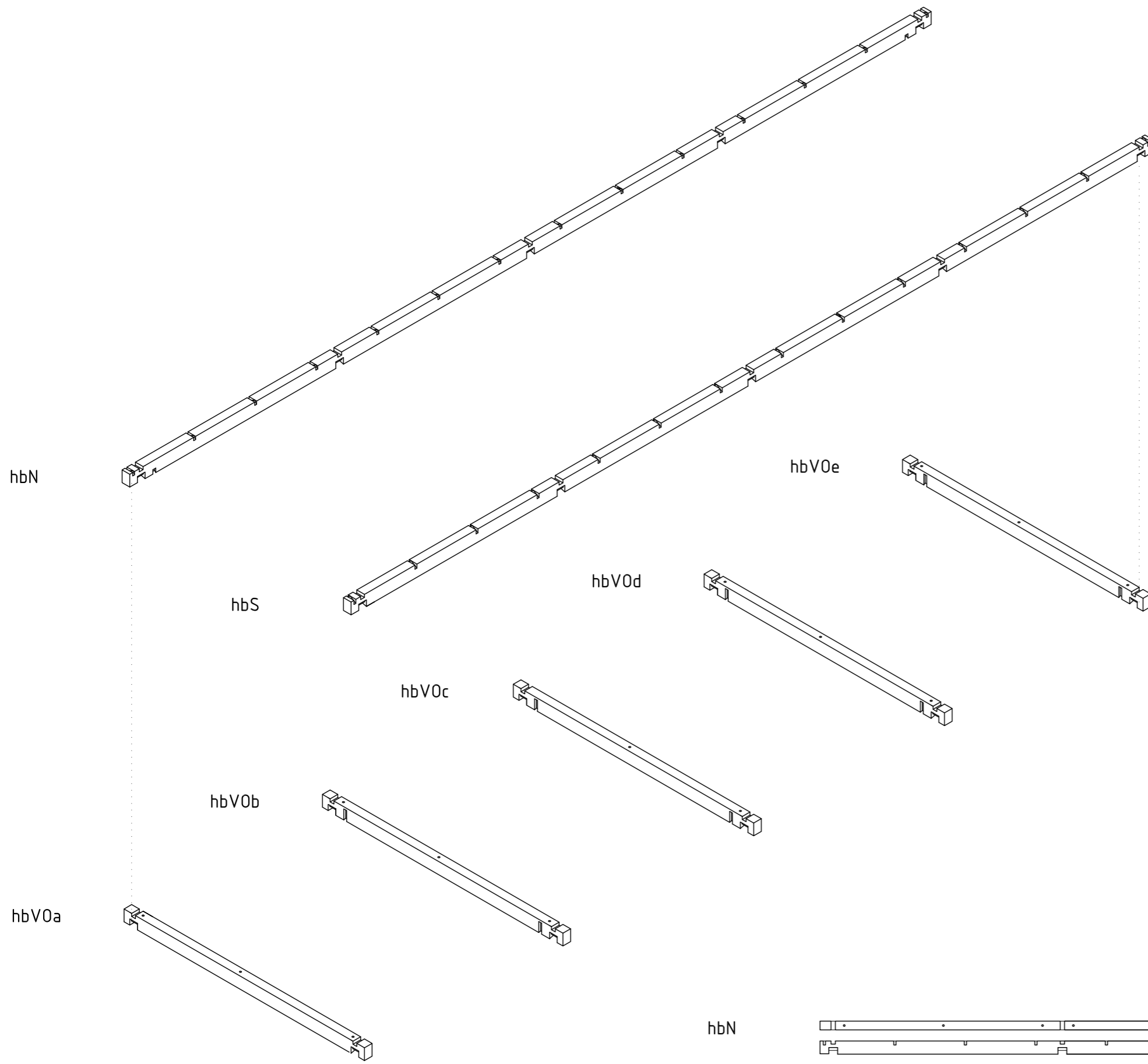
Takbjälklaget och takspånten utgör ett underlag för lösisolering vilket gör att byggnaden får en kallvind. Något som också förenklar takkonstruktionen. Takkonstruktionen bör ha en viss flexibilitet och möjlighet att röra sig och sjunka.





d1





Hammarbandet har utformats med sjunkmån för
syllhammarbandet och urtag för takkrokarna som håller
upp vågbordet som i sin tur håller taktron på plats.

hbN

hbS

hbV0e

hbV0d

hbV0c

hbV0b

hbV0a

hbV0e

hbV0d

hbV0c

hbV0b

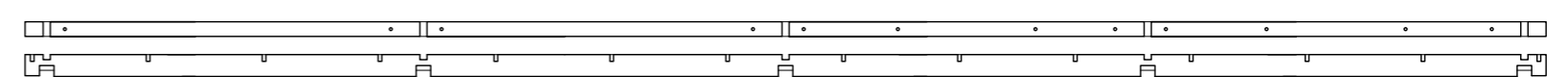
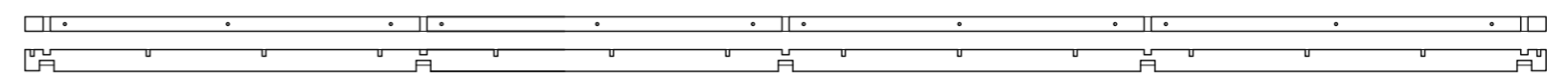
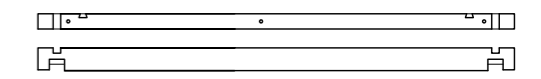
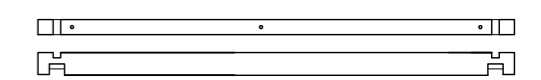
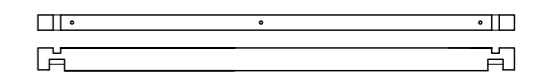
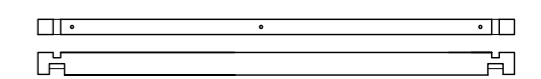
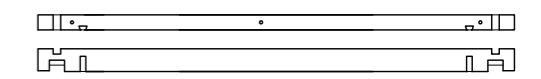
hbV0a

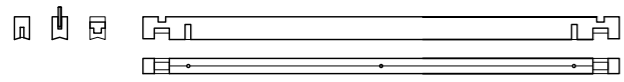
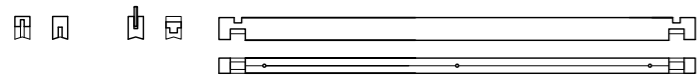
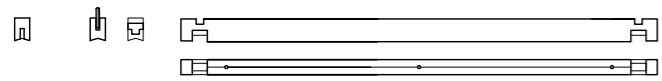
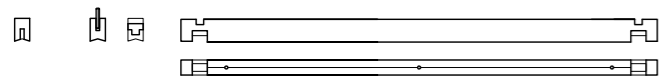
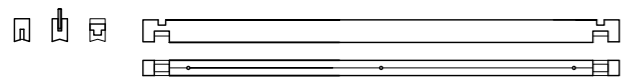
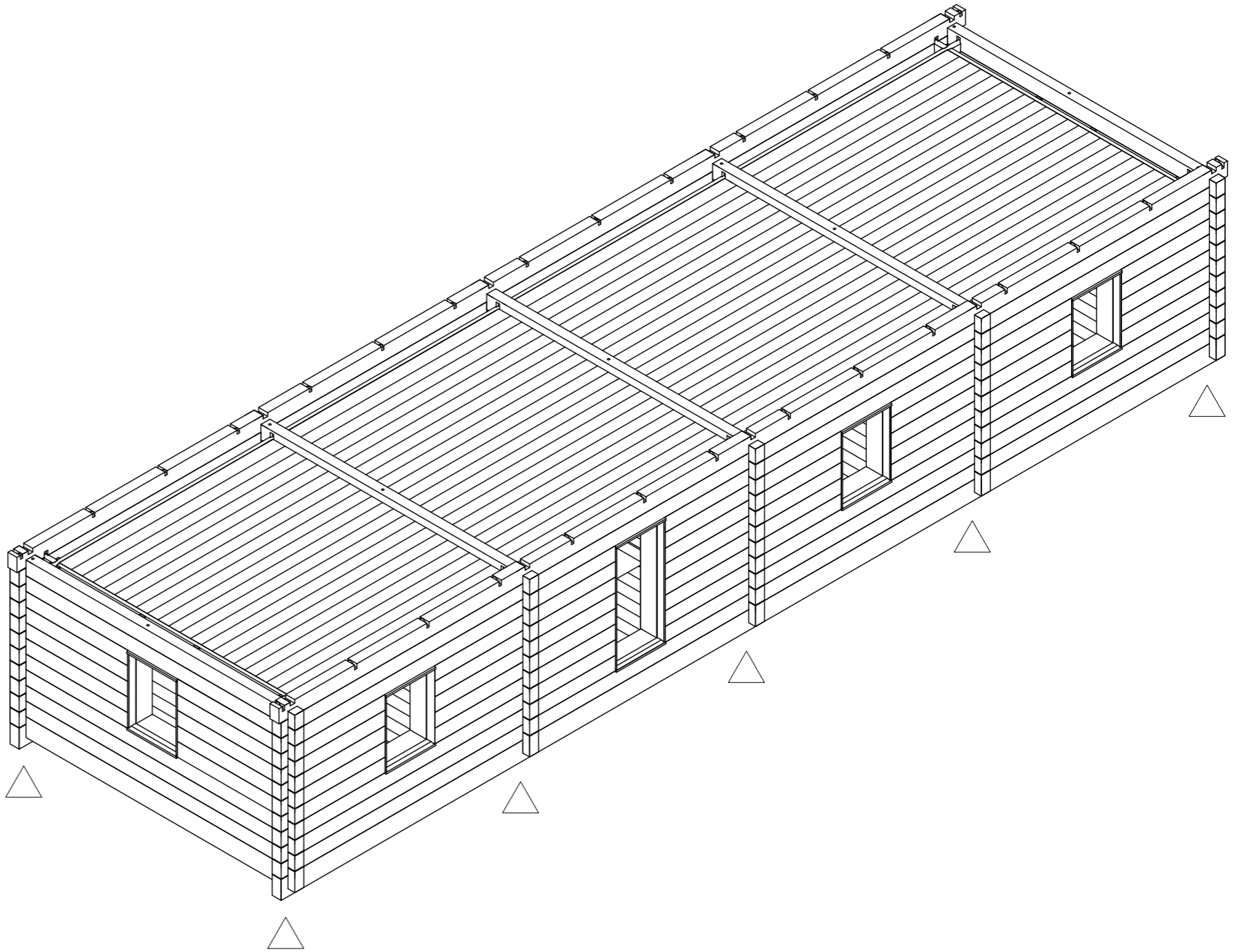
ö
V

hbN

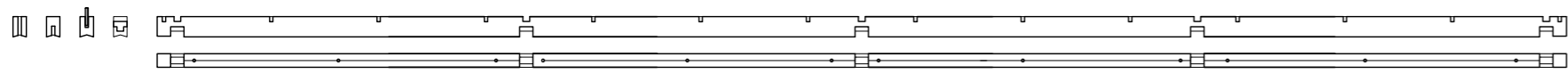
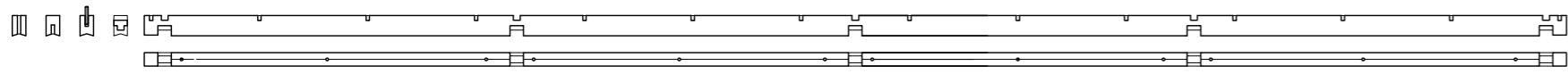
hbS

ö
S





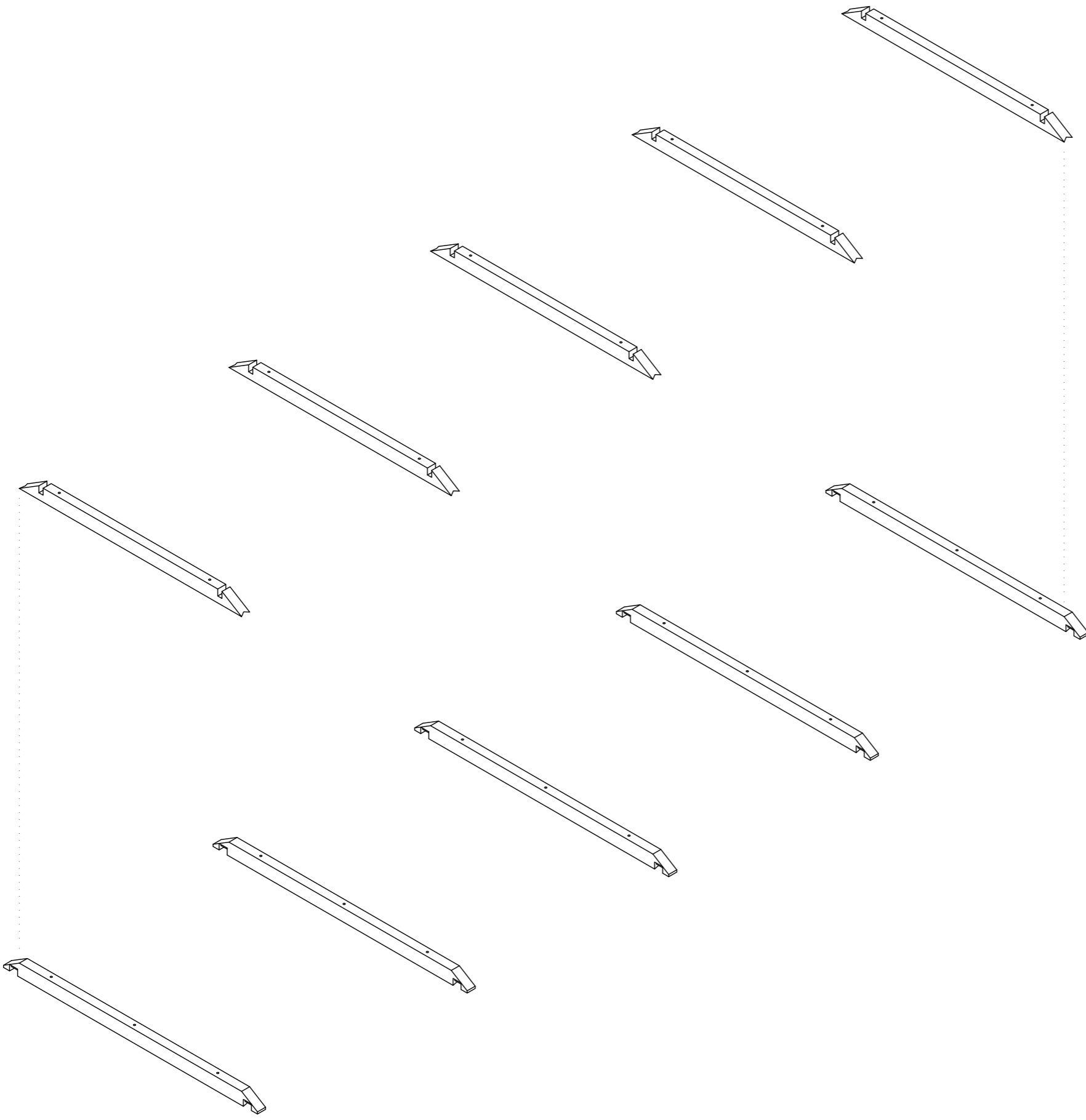
Ö
U



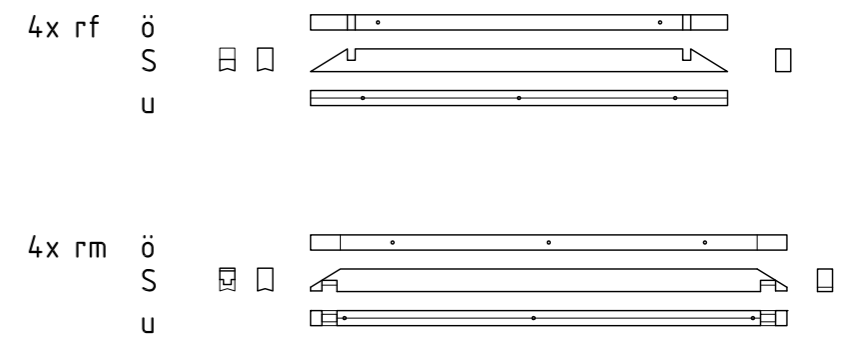
N
U

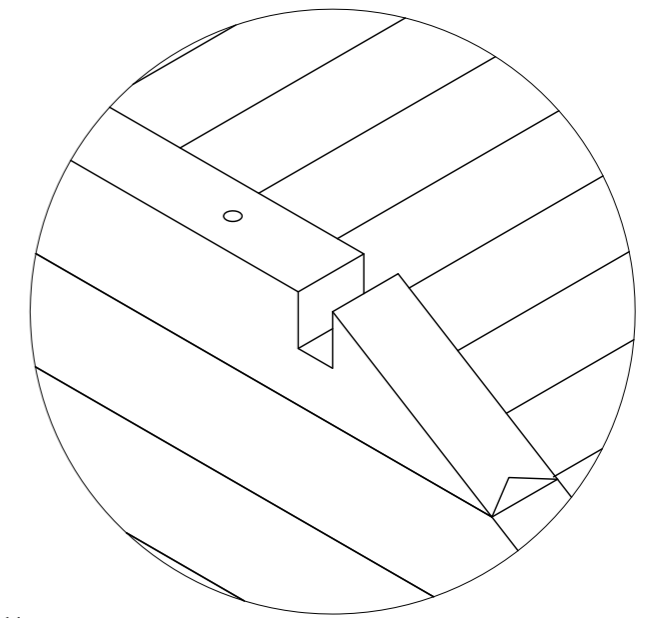
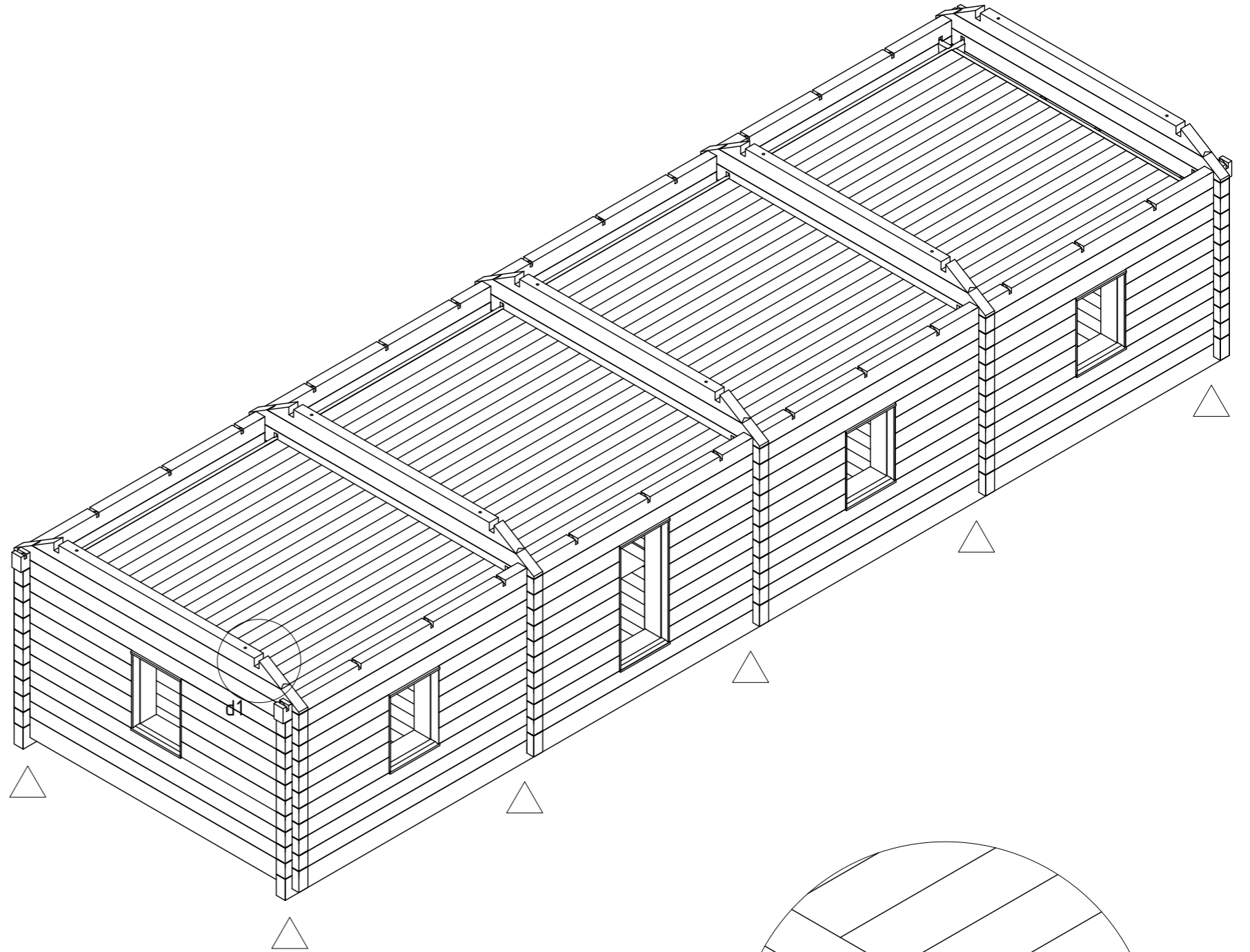
Röstena har ingen förbindelse till knutarna men binds samman av dymlingar och åsar.

4x rf



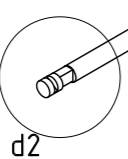
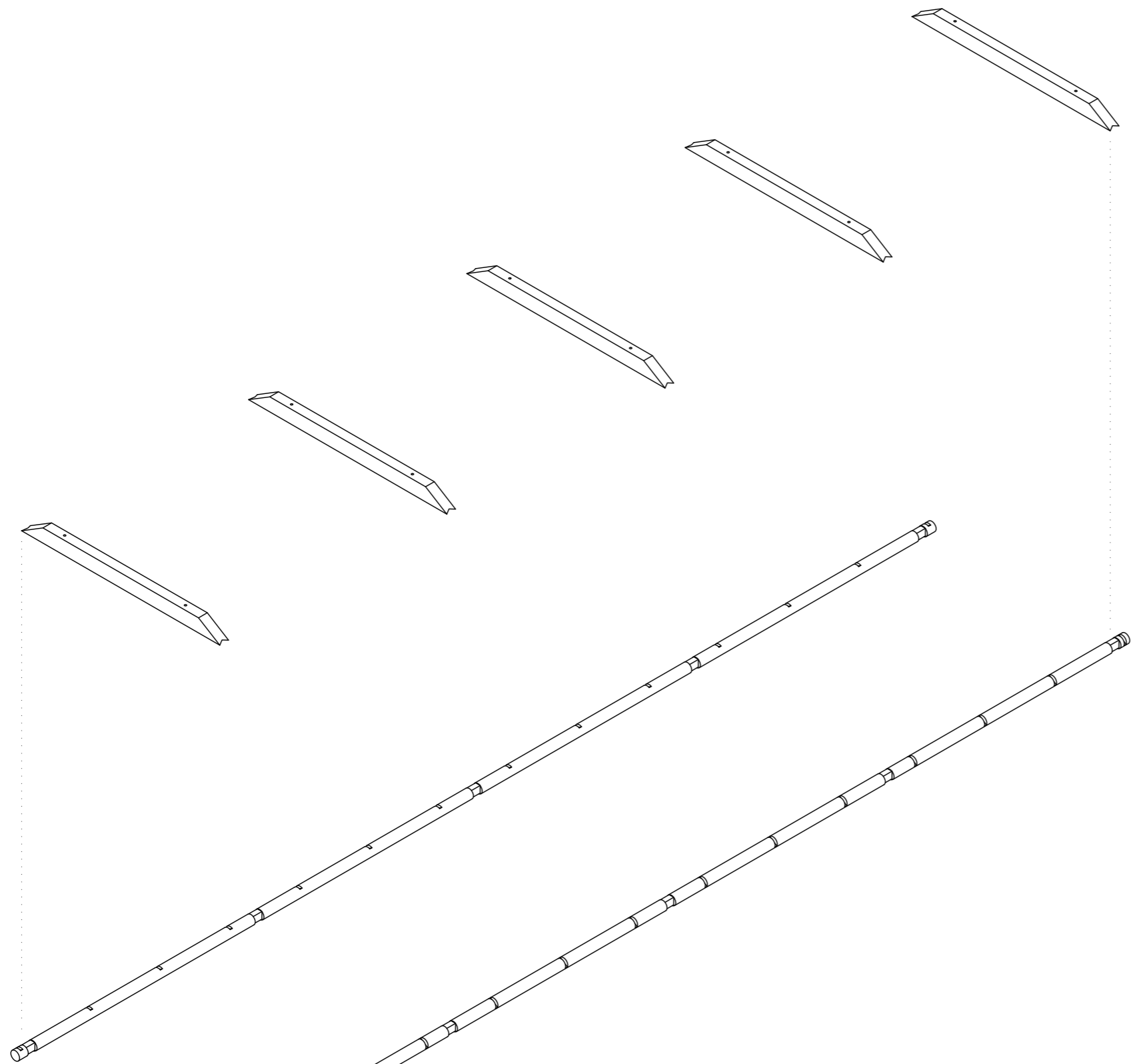
4x rm



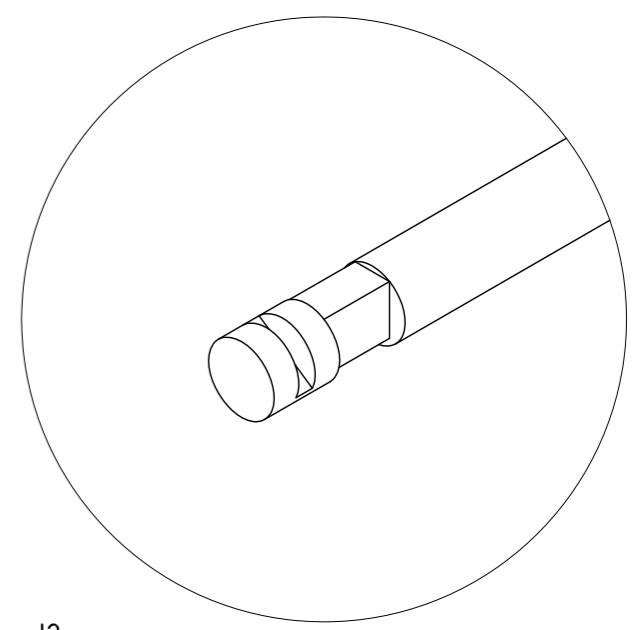


d1

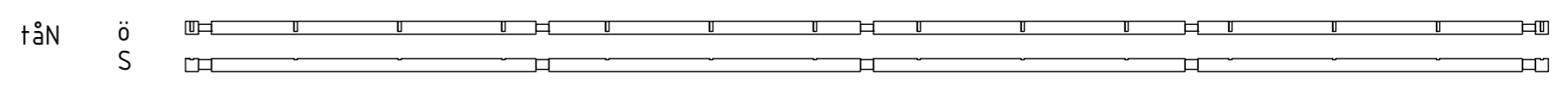
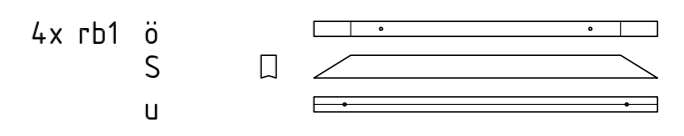
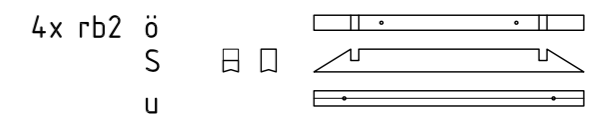
4x rb1



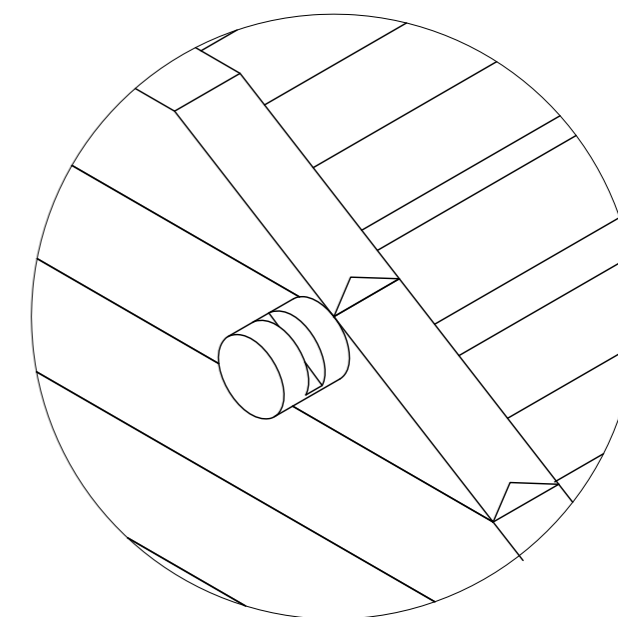
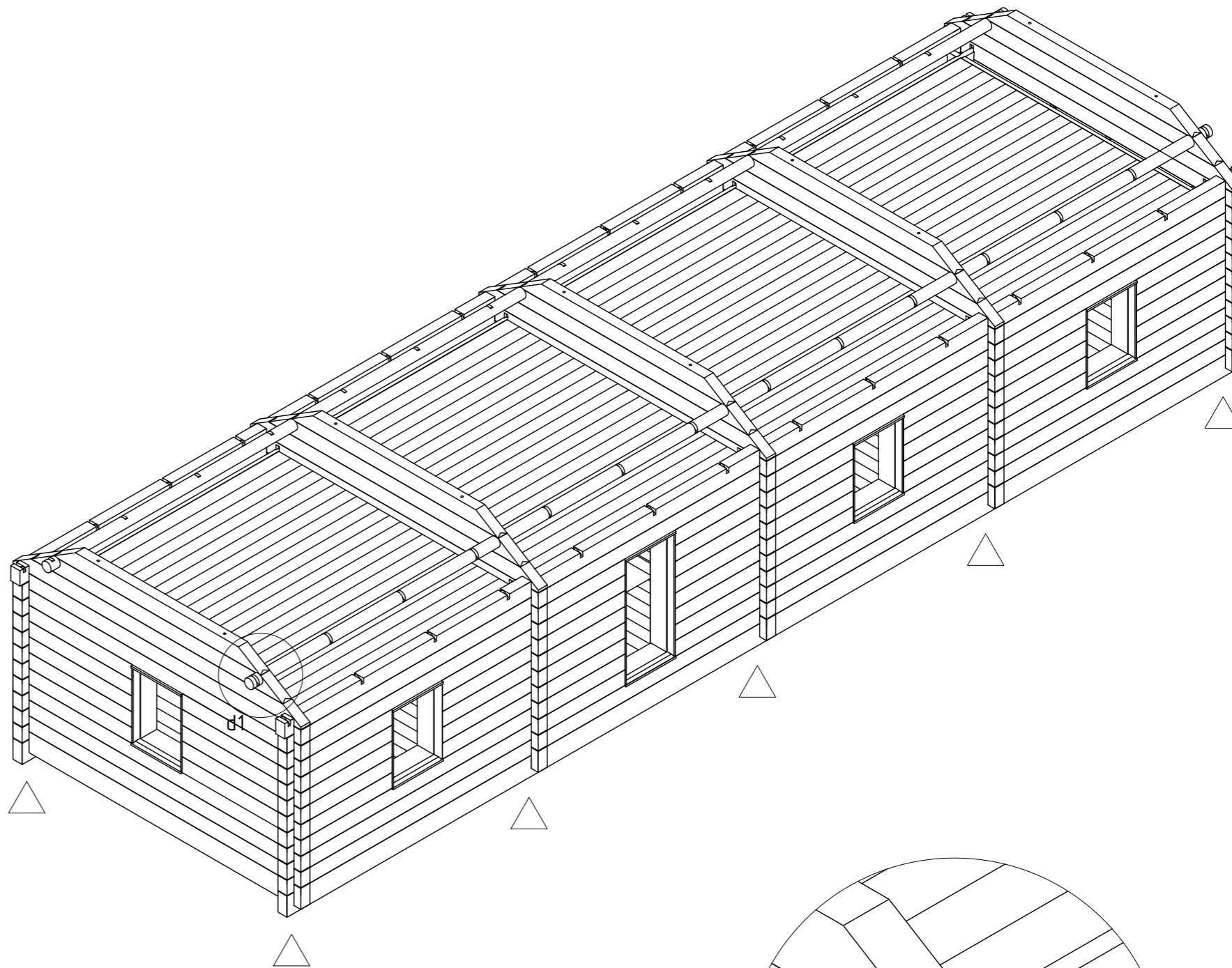
d2



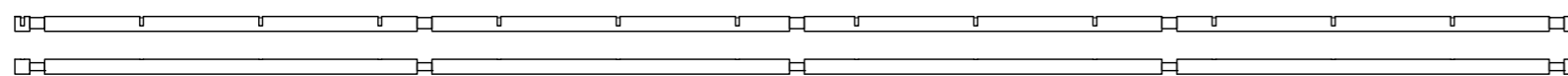
d2



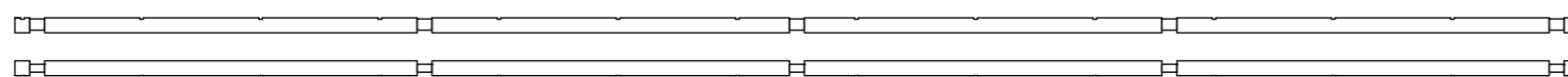
Det första paret takåsar har även det urtag för takkrokar som tillåts röra sig i förhållande till åsen. Knuten mellan ås och vägg är inte lika avancerad då den skyddas av taket och inte behöver vara lika tät på grund av kallvinden.



d1



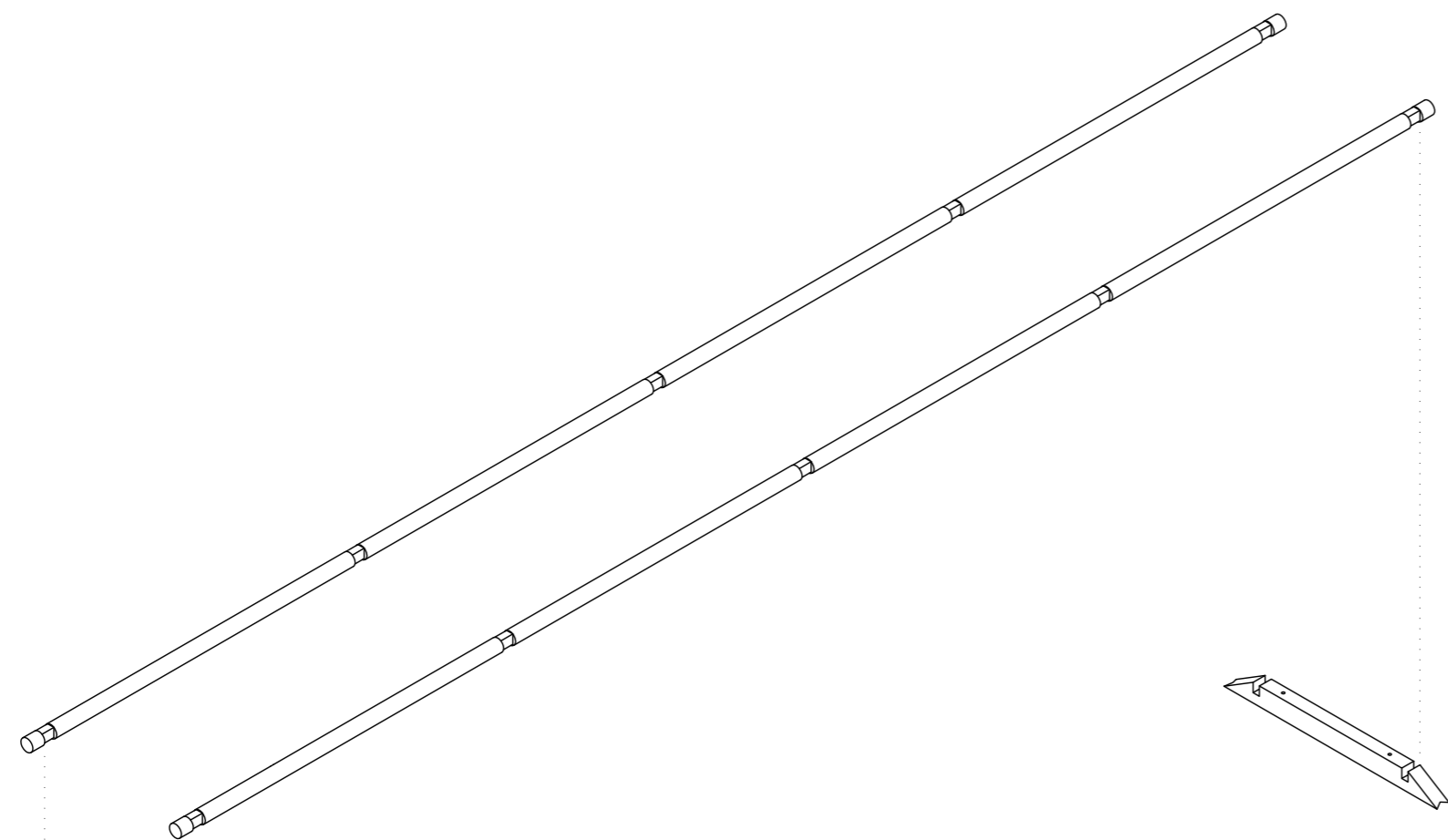
N
U



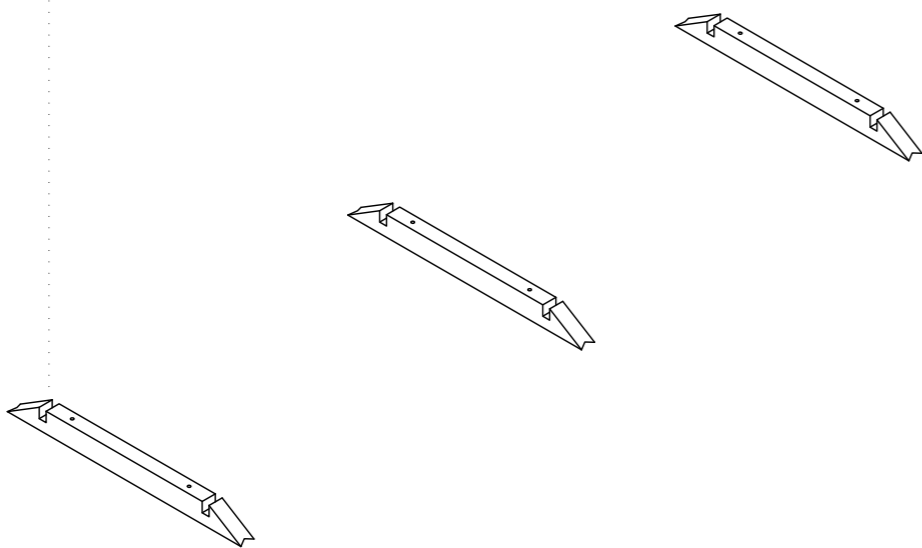
N
U



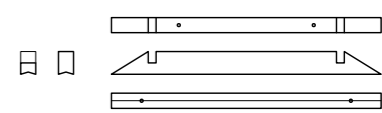
2x fáb



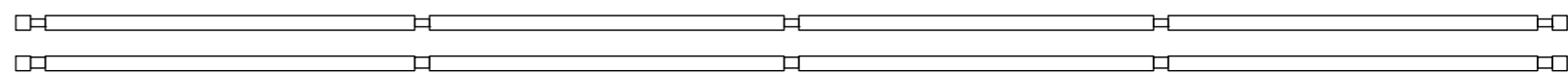
4x rb2

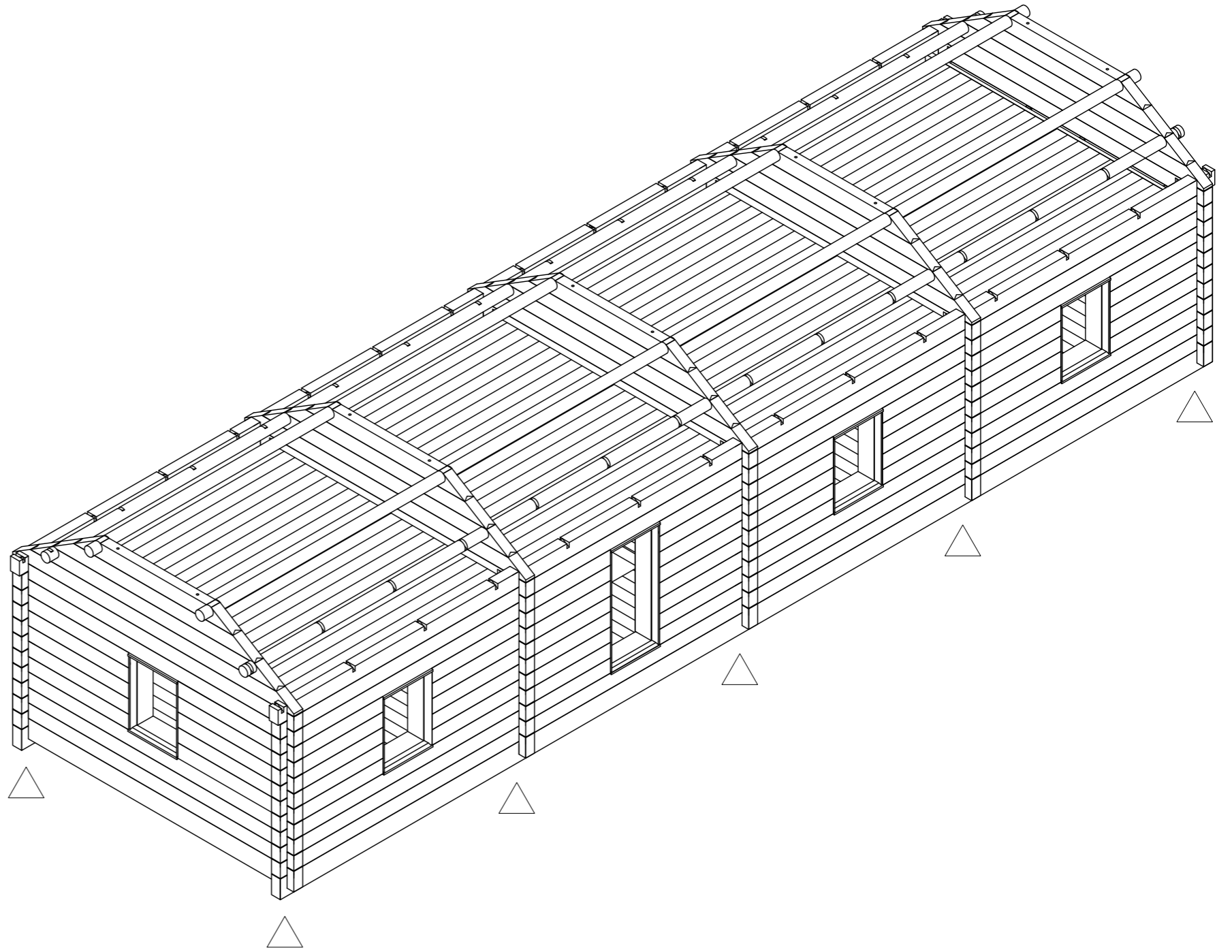


4x rb2
ö
S
u

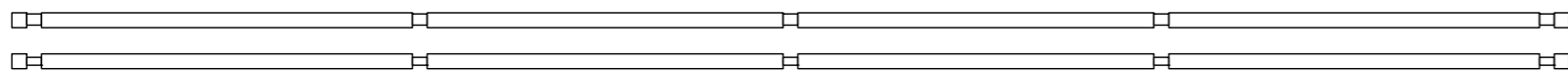


2x fáb
ö
S



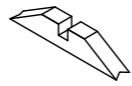
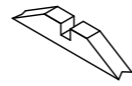
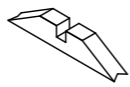
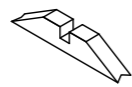
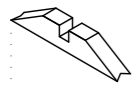


○ ⊕

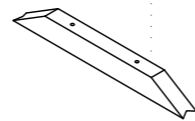
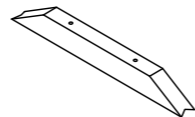
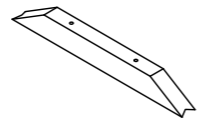
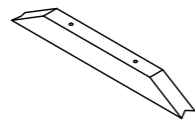
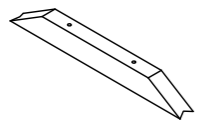


N
U

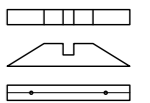
4x rb4



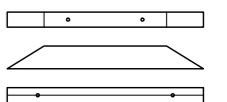
4x rb3

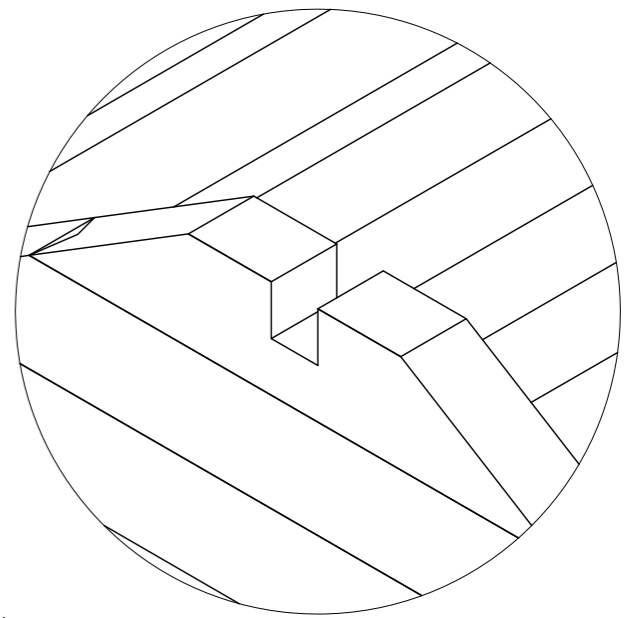
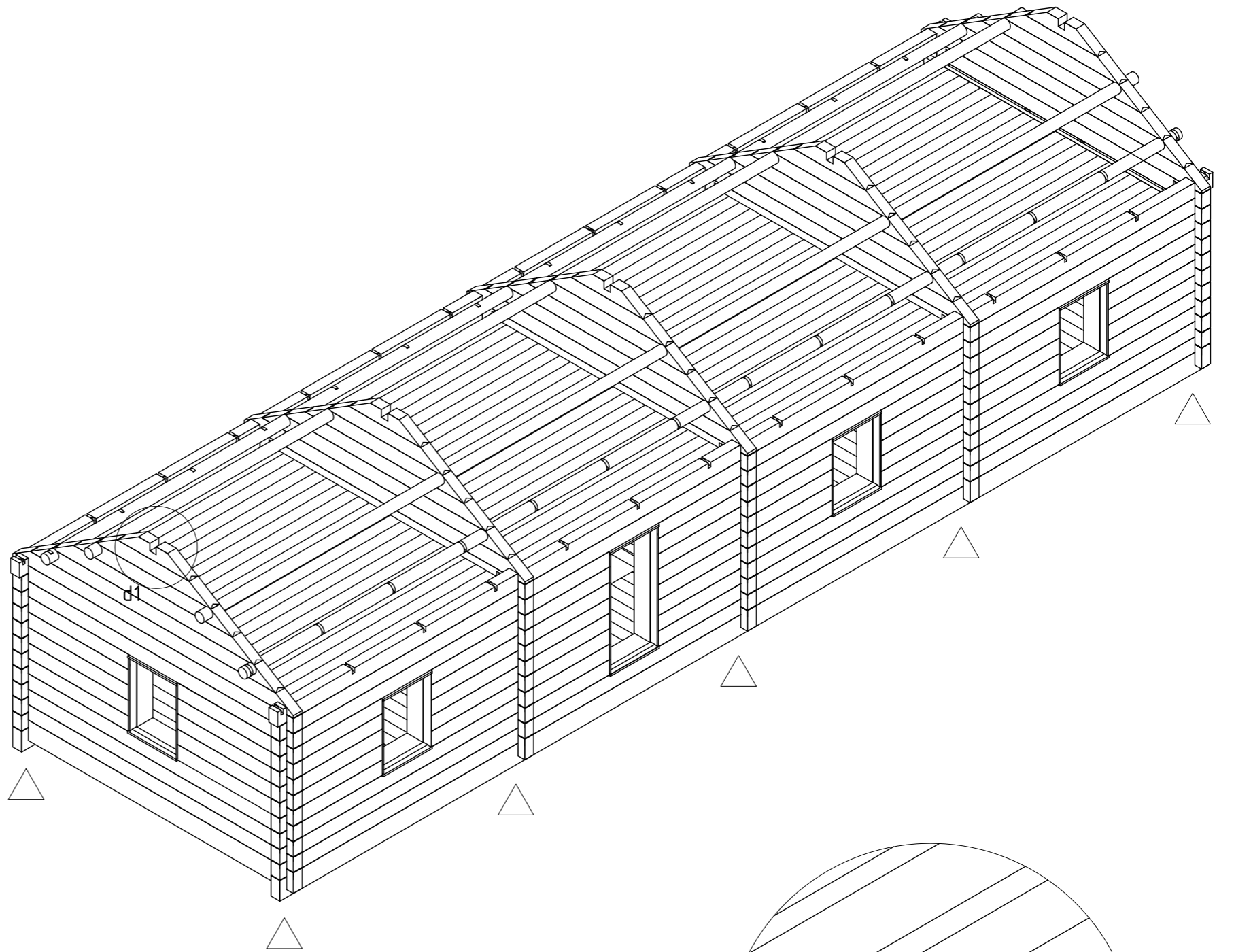


4x rb4
ö
S
u



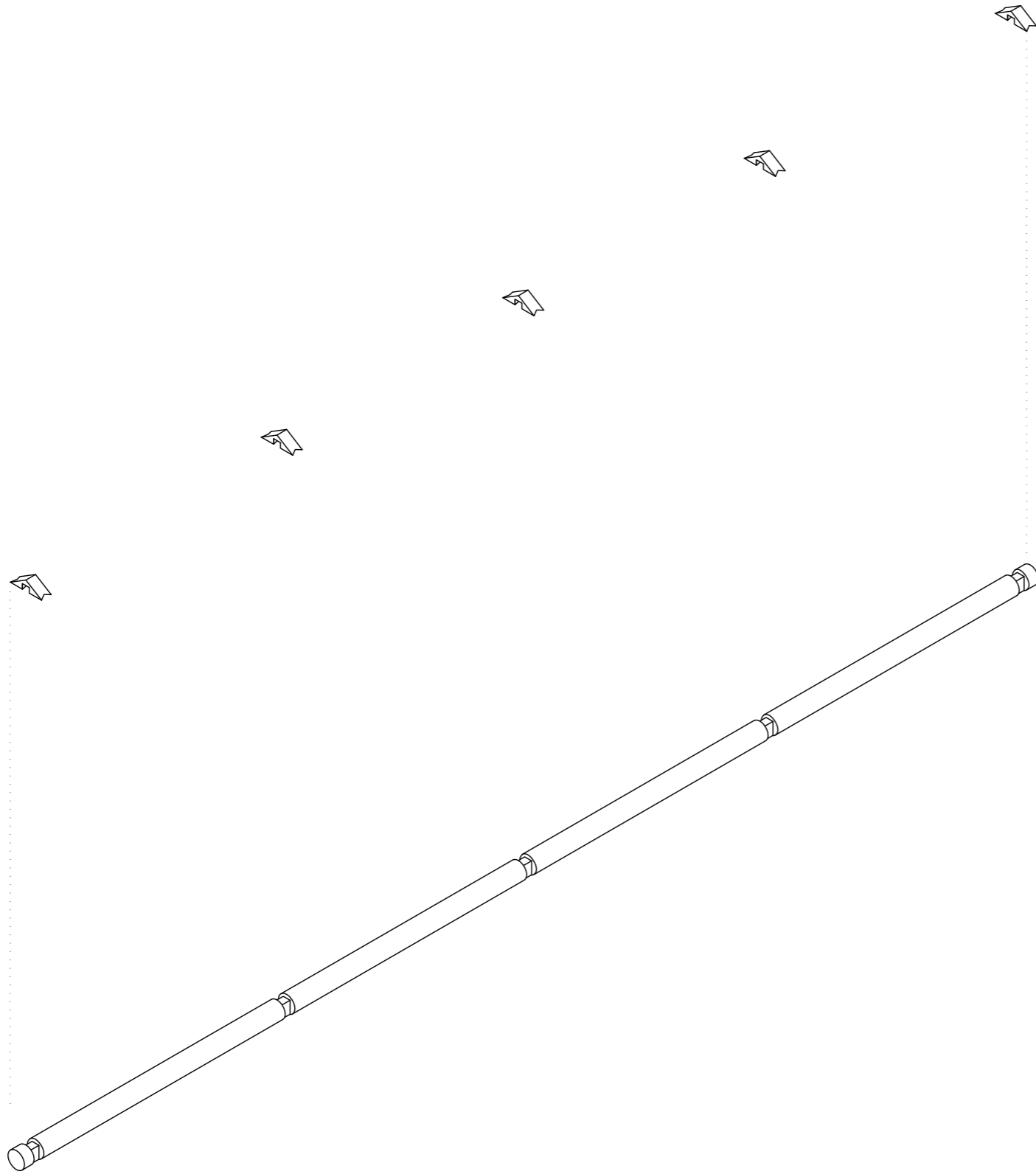
4x rb3
ö
S
u





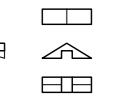
d1

4x rl



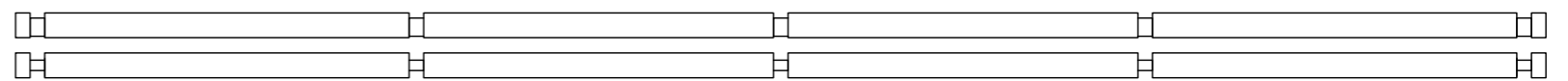
4x rl

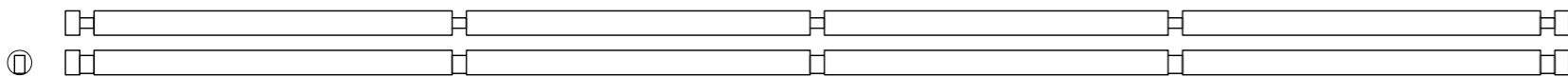
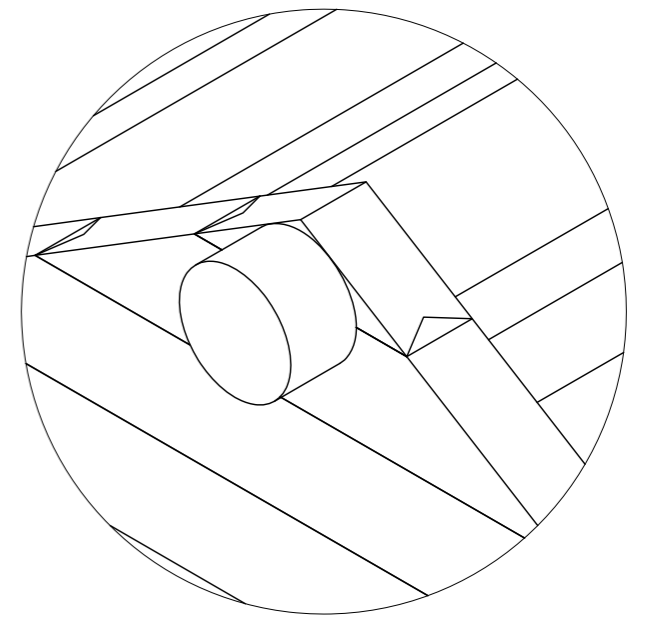
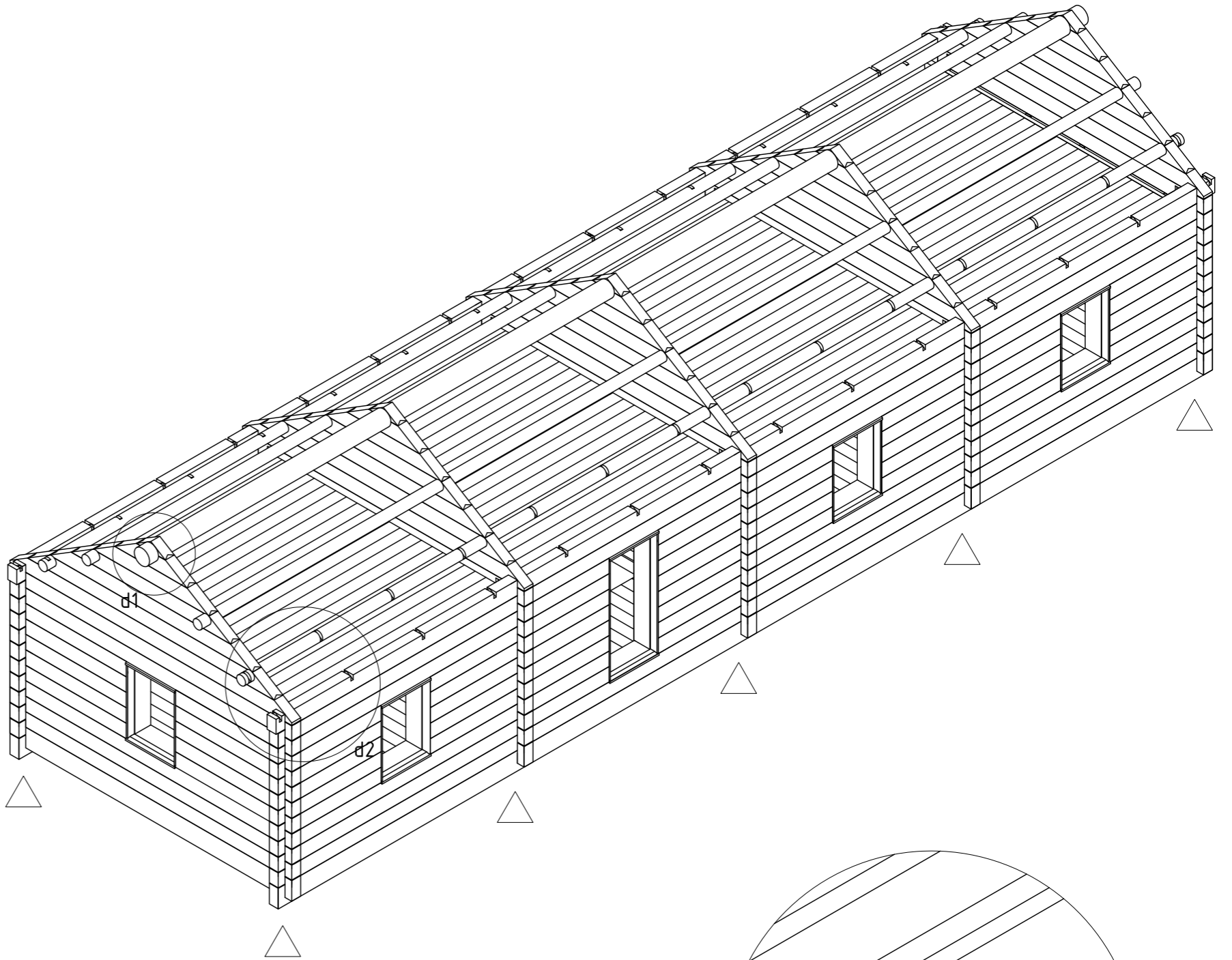
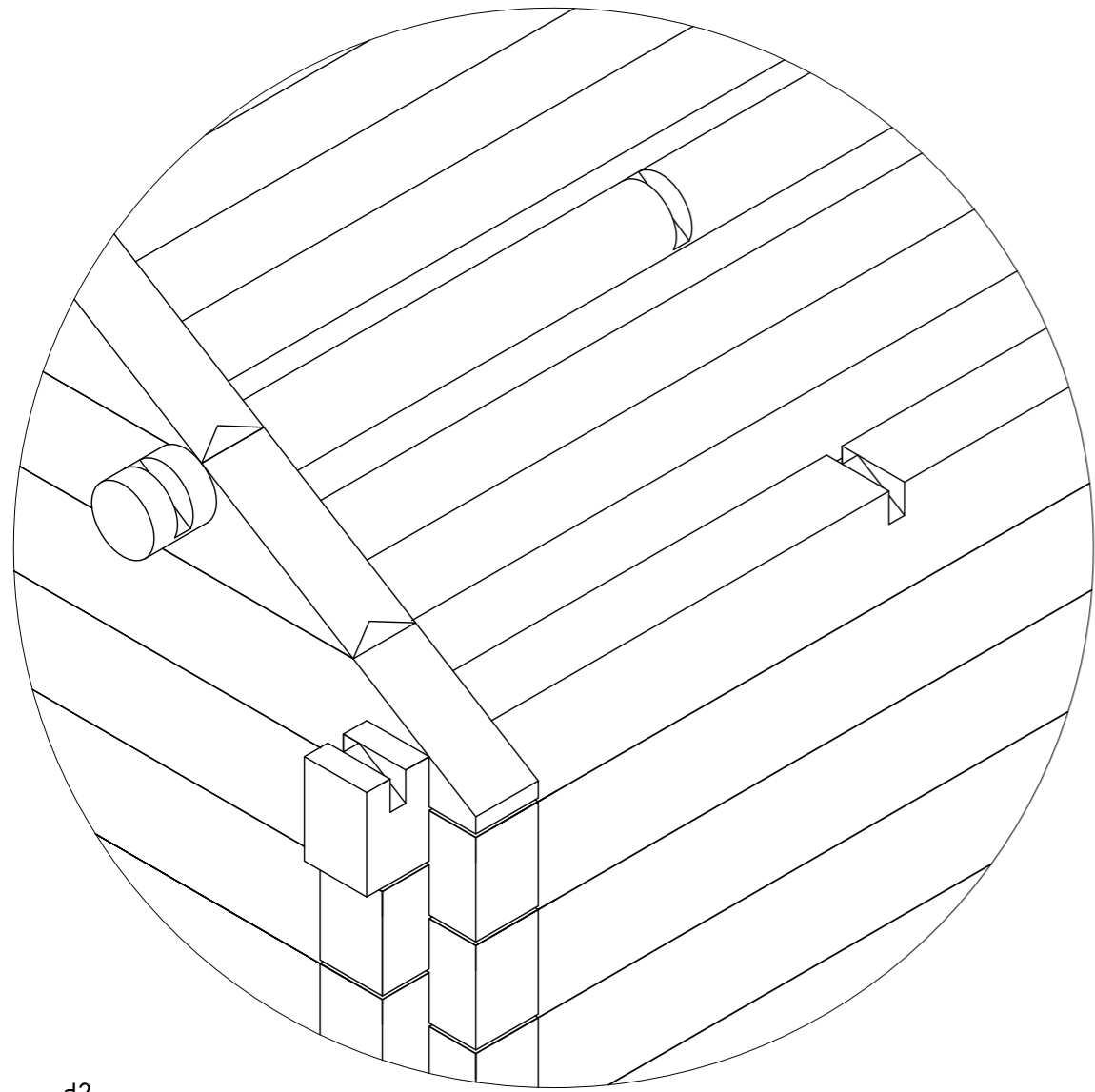
ö
S
u



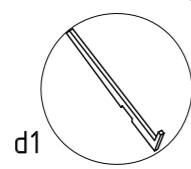
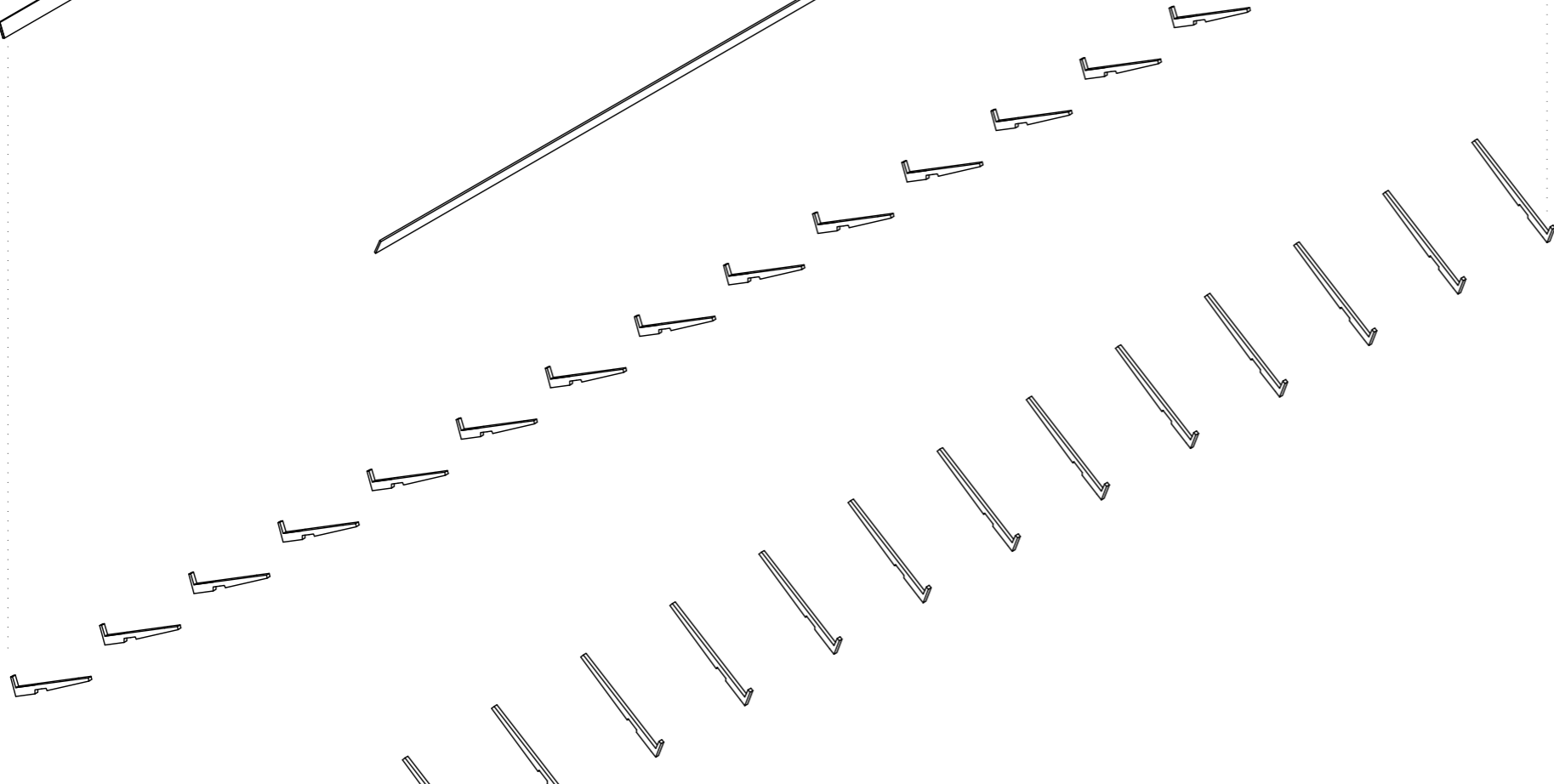
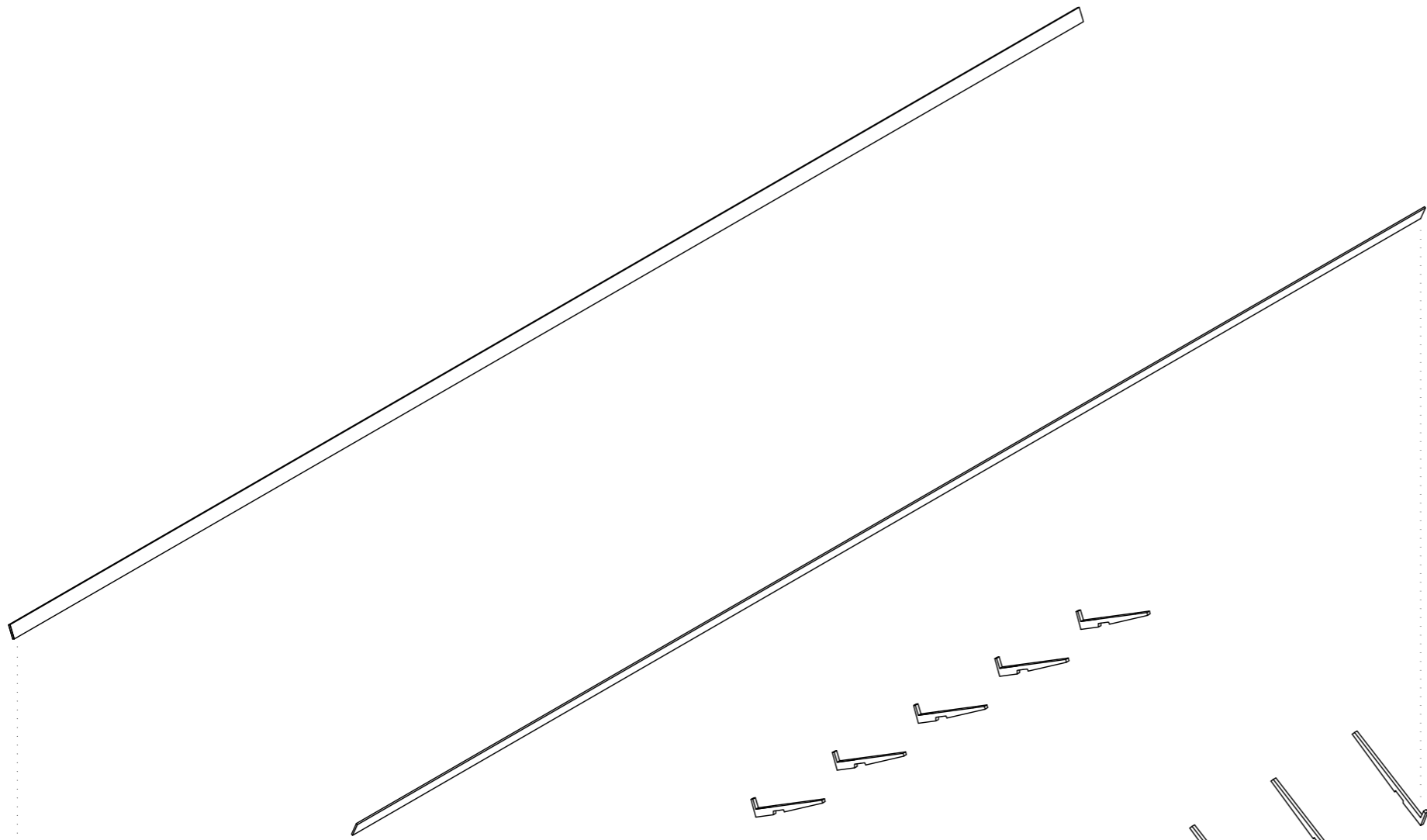
nå

ö
S





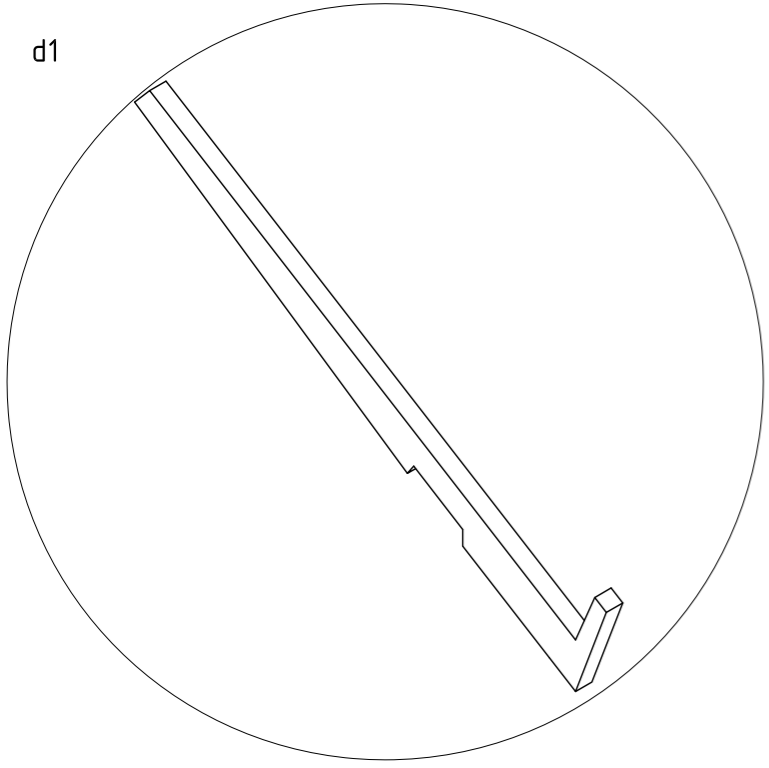
N
u



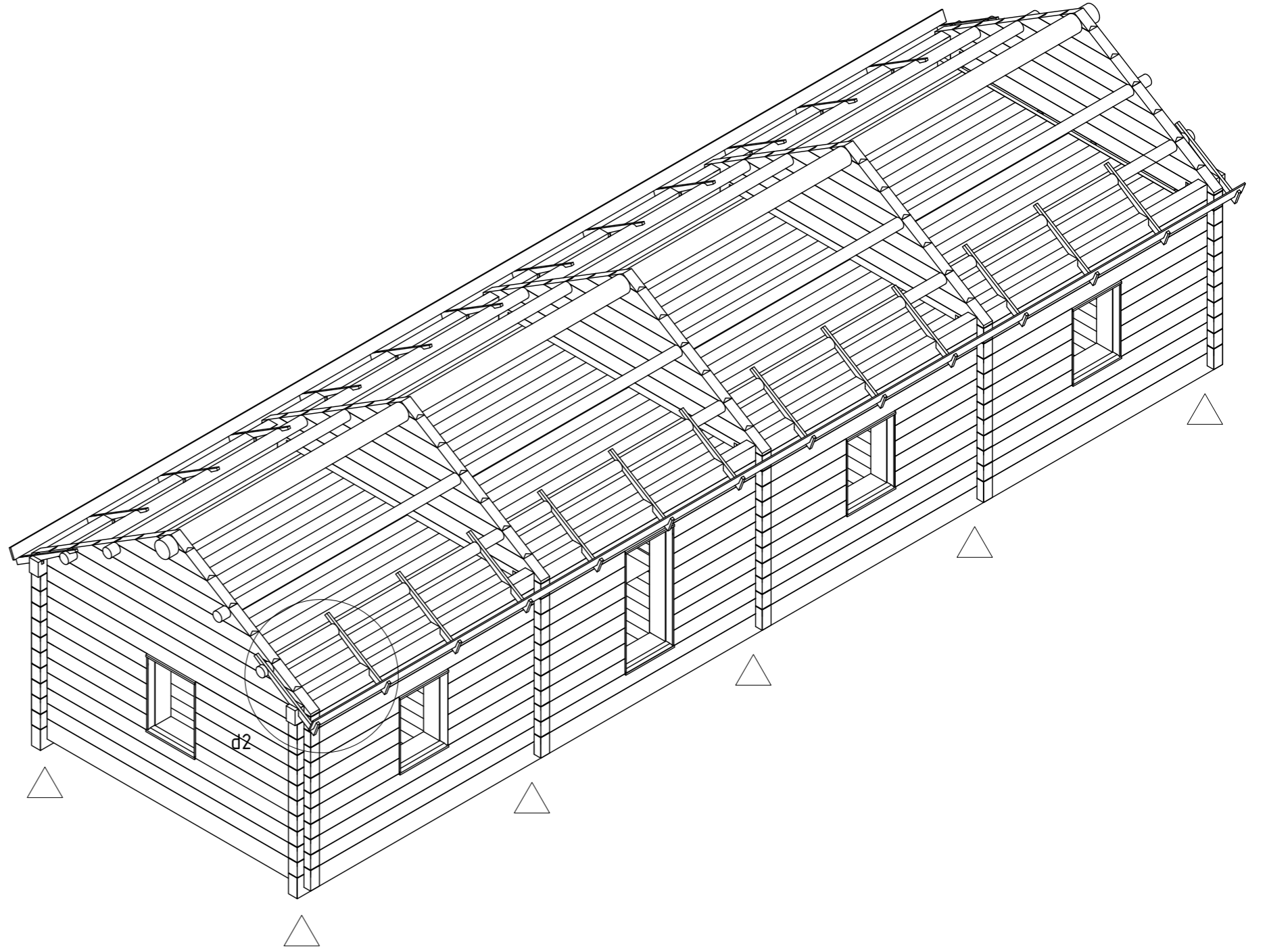
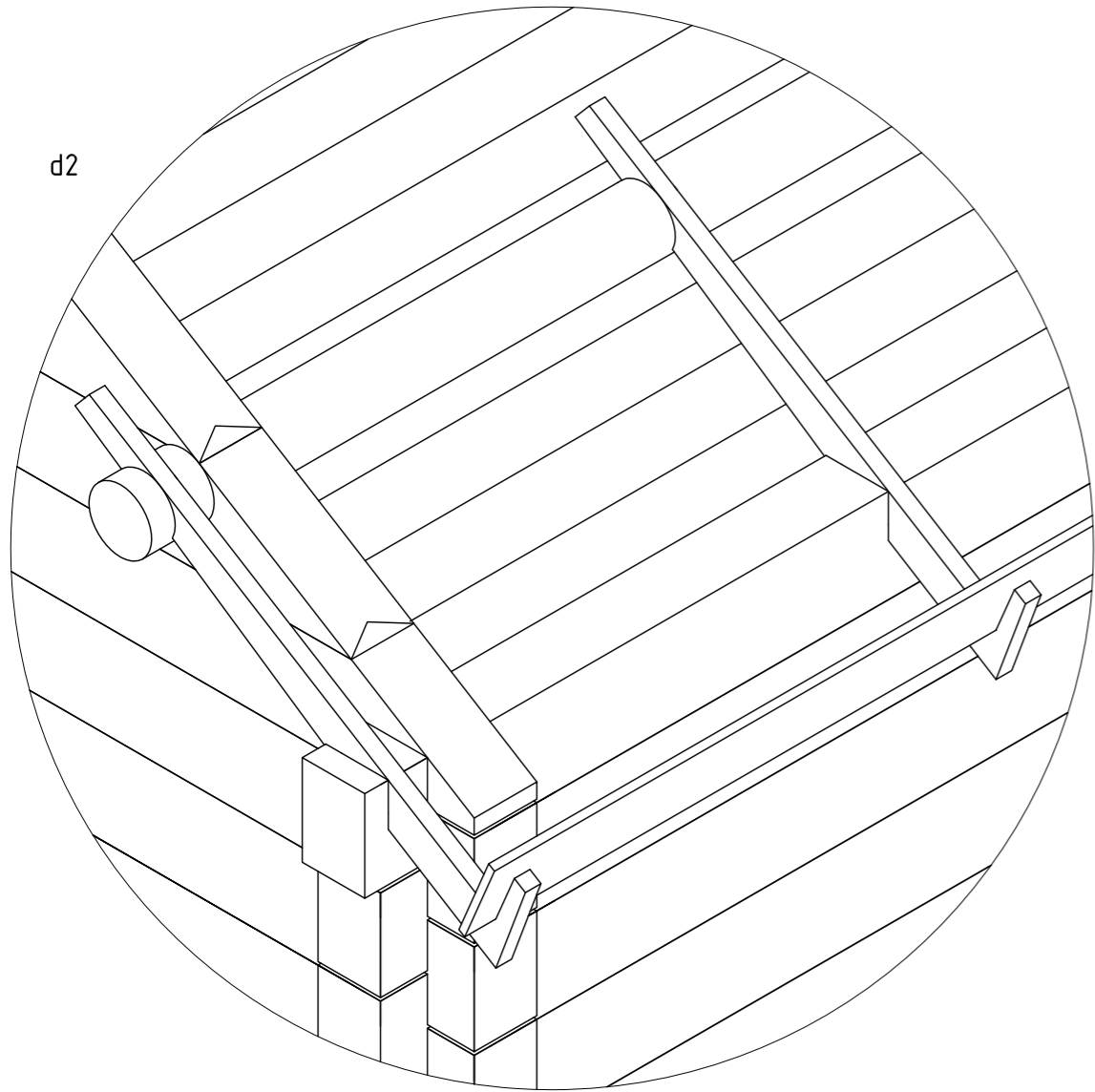
2x vb
32x tk



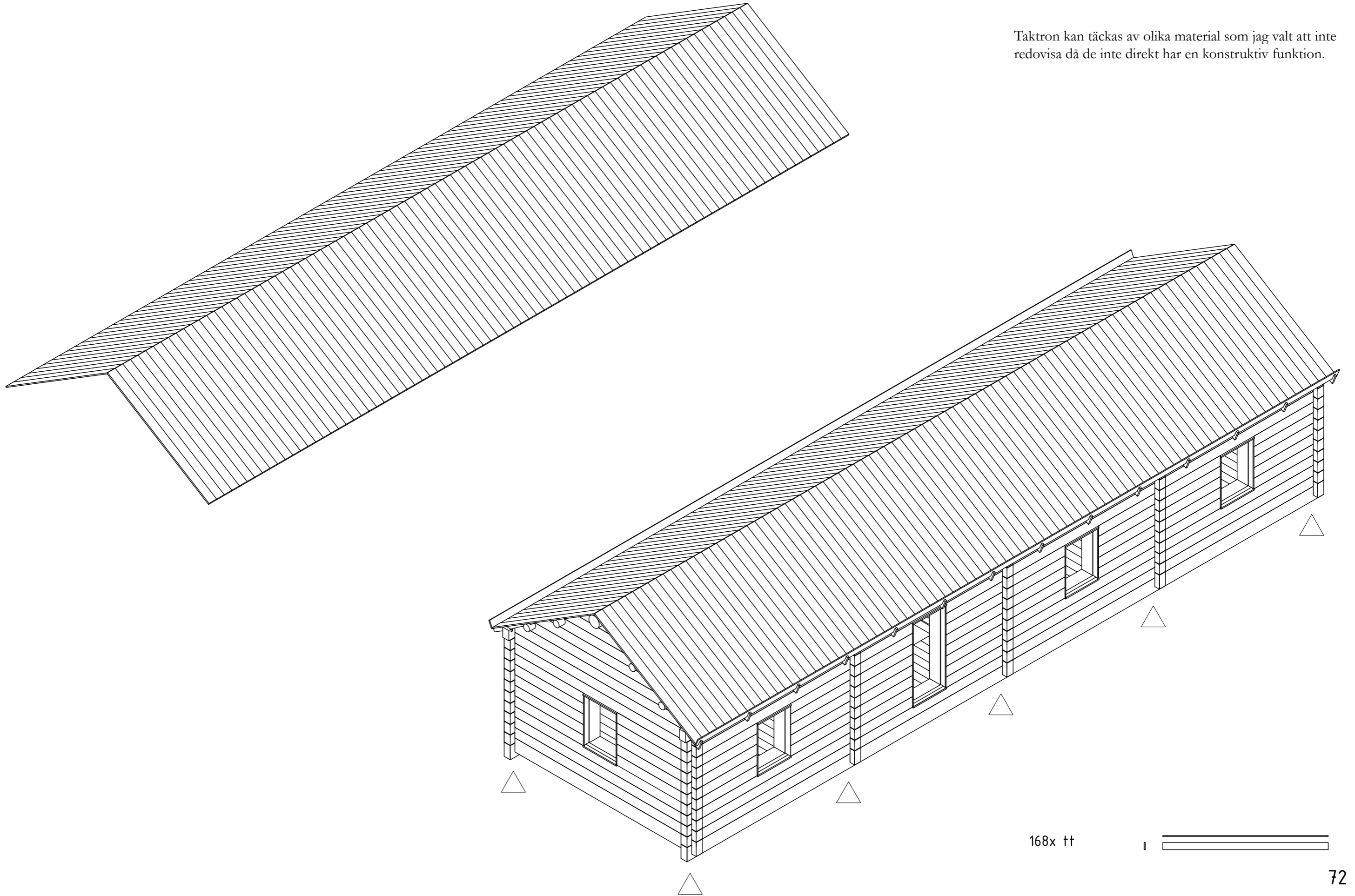
d1



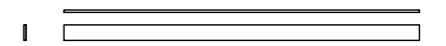
d2

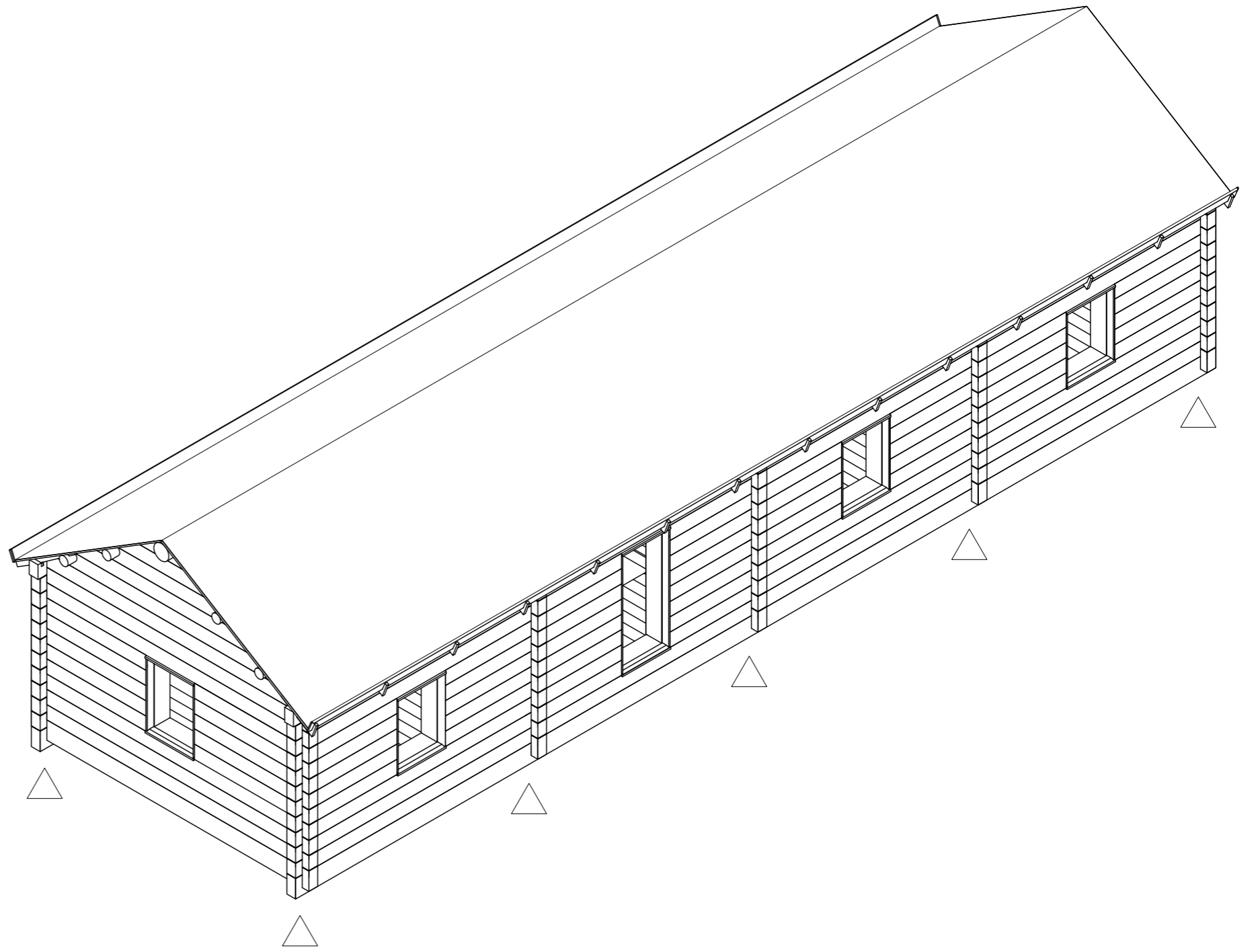


Taktron kan täckas av olika material som jag valt att inte redovisa då de inte direkt har en konstruktiv funktion.



168x tt





Lindblad, Linda, Almevik, Gunnar *Utredningsrapport inom projektet KKBM, omvärldsanalys och förslag på kompetenshöjande insatser*, (Göteborgs Universitet 2011)

Henriksson, Gunnar, *Skiftesverk i Sverige*, (Byggeforskningsrådet 1996)

Drange, Tore, Aanensen, Hans Olaf, Braenne, Jon, *Gamle trehus*, (Universitetsforlaget AS, 1992)

red. Lena Palmqvist, Peter Sjömar & Maria Wall, *August Holmbergs byggnadslära* (Nordiska museets förlag, 2006)

Lindberg, Fredrik *Täthet i timmerhus* (högskolan Gävle 2009)

Erixon, Sigurd, *Svensk byggnadskultur*(Stockholm 1947)

Werne, Finn, *Böndernas Bygge* (Förlags Ab Wiken, 1993)

Karlsson, *Timmerkonstruktioner III*

Andersson, Göran, Sjömar, Peter. (2001). *Bostad och byggnadsteknik i timrade hus. I Timmerbuskultur - en tusenårig byggnadstradition.*

Vreim, Halvor *Laftehus : tømring og torvteking*

Sjömar, Peter (1988). *Byggnadsteknik och timmermanskonst: en studie med exempel från några medeltida knuttimrade kyrkor och allmogehus.* (Göteborg : Chalmers tekniska högskola. Diss.)

Riksantikvarieämbetet och statens historiska museer,
TRÄ byggnadsmaterial förr och nu (RAPPORT RAÄ 1987:6)

Rosander, Göran (Red.) *Knuttimring i Norden* (Dalarnas Museum, 1986)

Bergenhuis, Olav *Lafting og lafteteknikk*

Söderberg, Uno, Kjellberg, Henrik *Liggtimmerhus tillsyn och reparation Rapport RAÄ 1992:02* (Riksantikvarieämbetets förlag 2005)

Thunell, Bertil, *TRÄ Dess byggnad och felaktigheter* (Byggstandardiseringen 1952)

Carling, Olle *Limträ handbok* (Svenskt limträ AB 2008)

Internet:

http://www.youtube.com/watch?v=_3J5wkJFJzE

<https://www.youtube.com/watch?v=f9-miG3J6n4&list=PLBC36AE3463020124&index=29>

<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0051374> 2014-01-24

<http://www.fetvedensvanner.com>

<https://cen.acs.org/articles/90/i32/Making-Wood-Last-Forever-Acetylation.html> 2014-03-11

<http://www.traguiden.se/TGtemplates/popup1spalt.aspx?id=1217> 2014-03-11

Mariebergsskogen Open air museum, Karlstad

<http://www.overbygg.se/kvalitet-2/timmerhus/> 2014-05-12

<http://skogssverige.se/node/38327> 2014-05-12

Intervjuer:

Bergfjord, Ulf