

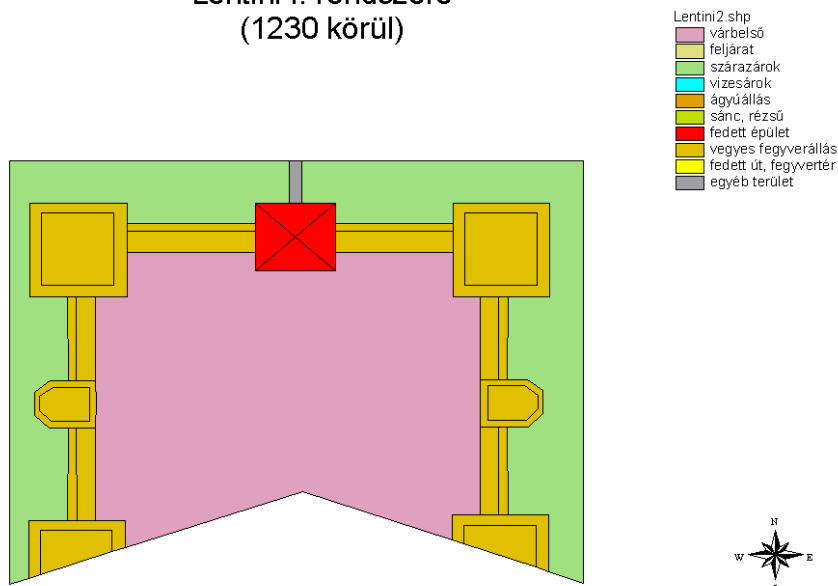
HADMÉRNÖKI RENDSZEREK A XIII. – XV. SZÁZADBAN

Dr Winkler Gusztáv BME Fotogrammetria és Térinformatika Tanszék
(A tanulmány OTKA támogatással készült)

Riccardo da Lentini (munkássága 1220 és 1250 között)

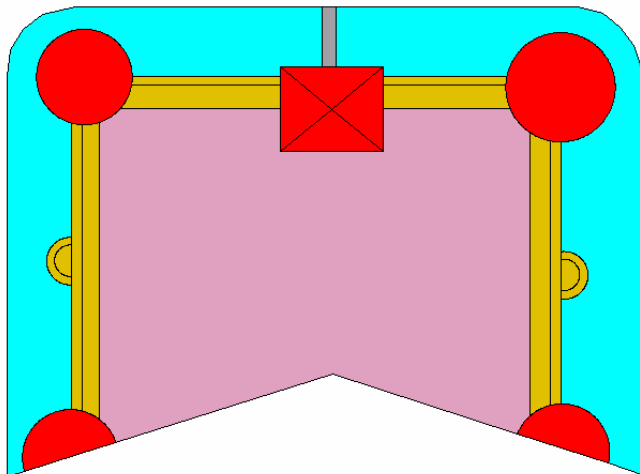
Riccardo da Lentini az első olyan ismert itáliai erődítéstervező személy, akire munkásságának sokrétűsége, egységes elvei és katonai szempontok szerinti valódi mérnöki elgondolásai alapján ráillik a hadmérnök kifejezés. Fő munkaterülete Itália középső és déli része valamint Szicília. Megvalósult elképzelései mind az **egységes**, a **falak oldalazására alkalmas** elemekből való erődépítés példái. Erődjeit négyszög alakúra tervezi, sarkaikon **külső-tornyos védművekkel**. A külső-tornyos megoldás természetesen korábbról ismert alapelv, Lentini ezen a területen abban alkotott újat, hogy erődjeit szigorúan a falak oldalazását lehetővé tévő elrendezésben készíti. Terveiben a korábbi időszakban négyszögletes tornyokat alkalmaz (Prato), később egyre gyakrabban készít kerek tornyokat is (Castello Mariace). Ez valószínűleg az ostromeszközök hatékonyságának növekedésével vált szükségessé. A korát meghaladó újítás az, hogy figyelembe véve a fegyverek hasznos hatótávolságát, minden erődjénél a tornyok közé a kötőgátak felezőpontjaiba **kisegítő féltornyokat** tervez. Így megoldható a falak nagyon hatékony pásztázása. Továbbá szintén előremutató, ahogy ezeket a **kiegészítő tornyokat (elő piattaformák)** megvalósítja. A szögletes tornyok esetében arra is gondol, hogy ezek a saroktornyokból teljes mértékben fedezhetők legyenek, így sarkaikat "lecsapva" gyakorlatilag minden oldaluk elérhető, oldalazható. Ezekkel az újításokkal Lentini megelőzi kora többi vártervező kollégáját.

Lentini I. rendszere
(1230 körül)



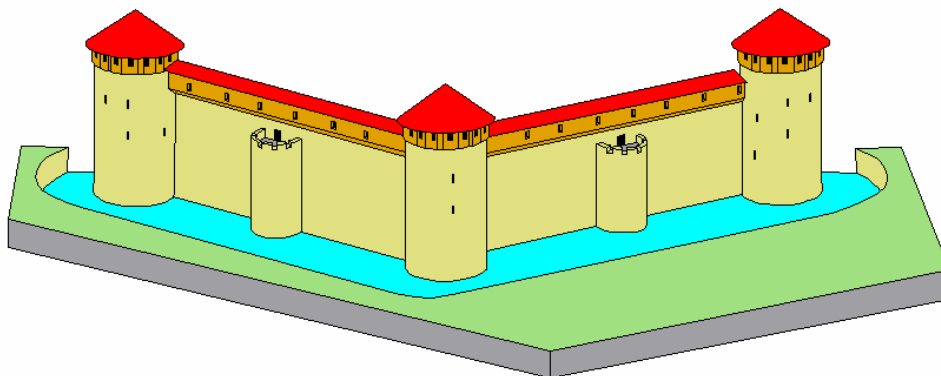
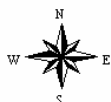
Lentini II. rendszere (1250 körül)

- Lentini1.shp
- várbelső
 - feljárt
 - szárazárok
 - vizesárok
 - ágyúállás
 - sánc, rézsú
 - fedett épület
 - vegyes fegyverállás
 - fedett út, fegyvertér
 - egyéb terület



Riccardo da Lentini tervezete (a Castello Ursino alapján)

- Lentiniterv.shp
- 0
 - tetőfelület
 - faszerkezet
 - ablak, lőrés, stb.
 - falfelület
 - árok
 - zöldfelület
 - egyéb terület
 - töltés, vársík
 - vízfelület



Master James of St George (kb. 1230-1308)

Master James of St George az első angliai mester (hadmérnök), aki a XIII. század második felében egységes elvek szerint, a falak oldalozását szem előtt tartva építi erődjeit. Munkássága főleg Britanniához köthető (Harlech, Caernarfon, Beaumarais), de épített a kontinensen is. Megvalósult építményei egy egységes szerkezetű, a **falak oldalozására alkalmas** elemekből való erődépítést példázzák. Továbbá nála jelenik meg e tájon először a **kettős falöv** egységes rendszerben való alkalmazása, ami ebben az esetben egy külső védvonalat, árokszerű udvart és belső, lényegesen erősebb második védvonalat jelent. Erődjeit általában négyszög (esetleg ötszög) alakúra tervezi, sarkaikon **külső-tornyos védművekkel**. Ezek a tornyok minden esetben a következő korszakra jellemző **nagy alapterületű tornyok**. Így St George olyan hadmérnöknek tekinthető, aki részese volt e fejlődés megindításának. Kettős falövéből az első mindig a korban alkalmazott alacsonyabb, kisebb alapterületű tornyokkal épített védőöv. Ezt egy belső udvar (gyakorlatilag **szárazárok**) választja el a belső övtől. A belső öv mindig a már említett **nagy alapterületű** (és vastag falú) **tornyokból** áll. Nála ezek a tornyok még magasságilag túlnyúlnak a kötőgáton. A saroktornyok között a falak felezőpontjában mindig **kiegészítő féltornyokat** épít. Ezek kialakítása hasonló a saroktornyokéhoz. Természetesen a tornyok lőrési még nem oldalozásra tervezettek, de a tornyok tetejéről teljesen átláthatók a falszakaszok. Várkapui mindig kettős tornyokkal védettek, általában két kapuudvarosak. James of St George erődjei jól felismerhetőek, egységes szempontok szerint készültek, és a Brit-szigetek meghatározó stílusát képviselik.

Pierre d'Agincourt (munkássága XIV. század első fele)

Pierre d' Agincourt a Lentini utáni korszak kiemelkedő hadmérnöke. Módszereiben hasonló elveket követ, mint az angol Master James. A kontinensen talán az ő nevéhez köthetik először a nagy alapterületű tornyok építése (Nápoly - Castelnuovo). Ennek nyilvánvalóan az oka a hadigépek folyamatos fejlődése, mind az ostromlók, mind a védők oldalán. Vastag falú tornyai alkalmasak a hadigépek több szinten történő befogadására. A tornyok általában tetőzet nélküliek (ez is a fejlődés fő irányába hat). Kialakításuk úgynevezett külső elhelyezés, tehát alkalmasak a köztük lévő falak oldalozására. Az alsó szinteken keskeny lőrészek találhatók. Agincourtnál már általános a védőfolyosók alkalmazása különféle kiöntőnyílásokkal és lőrészekkel. Erre azért is szükség lehet, mert a magas tornyok felső szintjeiről az oldalozás nagyobb nehézségekbe ütközne. Ennek további ellensúlyozására a tornyok alsó harmadánál gyalogsági védőerkélyeket helyez el. Erődjeit mély árkokkal övezi. Agincourt tevékenysége összeköttetést jelent az ágyúk alkalmazása felé, hiszen nála a tornyok kialakítása már elvileg alkalmas az ágyúk elhelyezésére (vastag falak, boltozatok, nagy alapterület) noha természetesen ő erre még nem gondolhatott.

Hugues Aubriot (munkássága 1350 és 1390 között)

Hugues Aubriot abban a korban tevékenykedett, amikor az ágyúk már beleszóltak a várostromokba, és egyre komolyabb feladat lett a várvédők ágyúinak elhelyezése, hogy eredményesen tudják rombolni az egyre fejlettebb ostromműveket. Aubriot terveiben már gondol az ágyúkra. Tornyait úgy alakítja ki, hogy belőlük általános irányokban ágyúval löni lehessen. Emiatt tornyait (amelyek már **alig magasabbak a kötőgátaknál**) **nagy alapterületűre** és vastag falúra építi (Bastille). Ágyúállásait az emeleti szinteken alakítja ki, a tornyok tetején gyalogsági állások találhatóak. Természetesen, mivel a kor ágyúi még nem képviselnek nagy rombolóerőt, és pontosságuk sem nagy, ezért a tornyokban elhelyezett ágyúk védelmére elegendő az, hogy lőrésük mögé helyezi őket. Ezért a kilövési irányok változnak. A kapuknál (amit külön tornyokkal véd) a híddal párhuzamosan mindig található lőrés. Általában, a kor szükséglete szerint, erődjének falai **még eléggé magasak**, a viszonylag sűrű toronykiosztás miatt a löfegyverek használata korlátozott. Aubriot az elsők között van, aki az árok szerepét felismeri. Általában az árkok külső oldalát is kifalazza, hogy ideális körülményeket teremtsen a védelemre. Elmondható, hogy jól érzékelt az ágyúk megjelenésével kapcsolatos problémákat, munkáiban megpróbálta bevonni őket a védelembe.

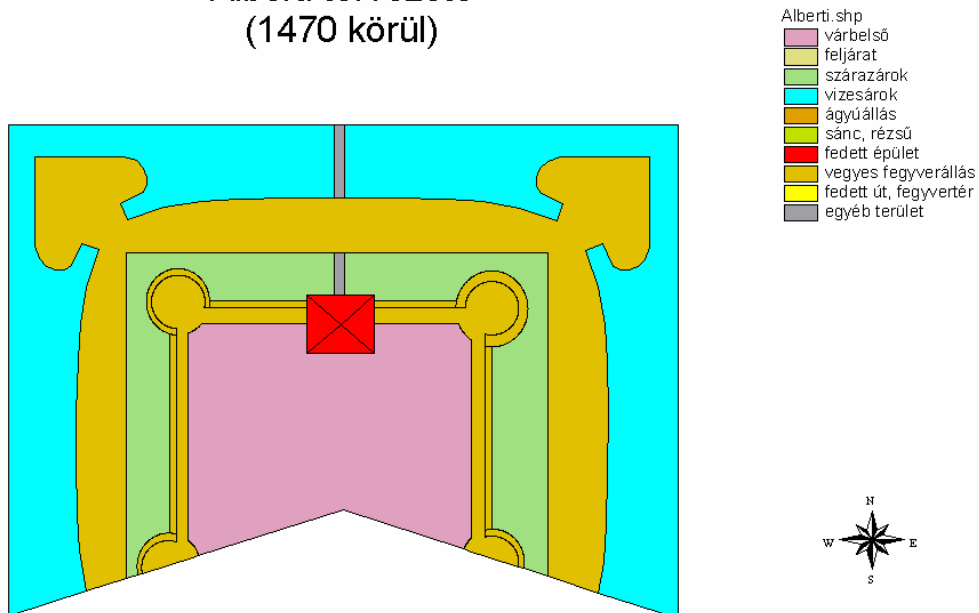
Antonio Averulino (Il Filarete) (1400-1469)

Antonio Averulino az első olyan gondolkodó, aki az erődök tervezése helyett a **városerődítések** ideális felépítésével foglalkozik. Az ideális védelem és berendezkedés céljából tervezett városa (Sforzinda) tükrözi elképzeléseit az erődépítéssel kapcsolatban. Nyolcszög alakú várost tervez, viszonylag bonyolult védőművekkel. A fő védelmi vonal tulajdonképpen két egymásba forgatott négyszög. Ezzel kettős célt ér el. Egyrészt a falak túlnyomó részén **kettős védőöv** jön létre, másrészt az egymást metsző falszakaszok helyzete olyan, hogy a **szomszédos szakaszok oldalozhatók**. Ezzel a megoldással a kor általános színvonalán van, rajta kívül csak néhány mérnök gondolkodik hasonló módon (igaz, az ő terveik meg is valósultak). Az ágyúk szerepe ebben az időszakban felértékelődik, tehát Averulino is számol használatukkal. A falkiszögelések csúcsaira **ágyútoronyokat** tervez, amelyek lőrésai úgy vannak elhelyezve, hogy a falak előterét (**nem tiszta oldalozás**) is lőni tudja az ott elhelyezett tüzérség. Ezek az **ágyútoronyok** viszonylag nagyok, gyakorlatilag **önálló erődként** is szerepelhetnek. Jelenleg legismertebb megmaradt műve a milanoi Castello Sforzesco kaputornya. Az önmagában építészetileg monumentális mű hibája, hogy nem rendelkezik a kaput közvetlen közletről védeni tudó lőrésekkel, csak a **felülről való** (középkori) **védelmet** teszi lehetővé. Averulino jelentősége katonai jellegű művei mellett az, hogy felismeri a **tüzérség koncentrált alkalmazásának lehetőségét** és előnyeit, ugyanakkor nem tud teljesen elszakadni a középkori hagyományoktól.

Leon Battista Alberti (1401-1472)

Leon Battista Alberti neve azért érdekes, mert katonai művében (De re aedificatoria) foglalkozik erődítéssel. Noha főleg hajítógépek alkalmazásával számol, de nála található meg talán először az a szükségszerűség, hogy a **falakat oldalozó eszközt** (legyen az akár hajítógép vagy ágyú) **védetten kell elhelyezni**, mivel ezek elpusztítása az ostromlók alapvető érdeke. Rajzaiban többszörös védelmet javasol. A belső védelmi vonal a "szokásos" **baluardókból, romdellákból** álló védőöv. Ezt fogja körbe az árkon kívül az a védőmű, ami ránézésre **akár bástyás öv is lehetne**. Az erődítmény sarkaira ugyanis olyan **védműveket** tervez, amelynek két oldalán hátravonva egy **fül mögé** helyezhetők el a **kurtinákat oldalozó ágyúk** (Martininél megvalósítva). A **kurtinák** ívelt bevezetése az **oldalozó művekhez** itt azt jelenti, hogy Alberti számára fontosabb talán az előtér lövetése, mint a szűken vett oldalozás. Természetesen ez az elrendezés csak hasonlít a **későbbi bástyás övekhez**, mivel a **védművek** homlokvonalának kiképzése olyan, hogy az a szomszédos fülek mögül **nem pásztázható**. Ennek ellenére Albertinél már látható, hogy a **fül mögé vonása az oldalozó tüzérségnek** már ebben az időben szükségessé kezd válni, és ez terveinek előremutató része.

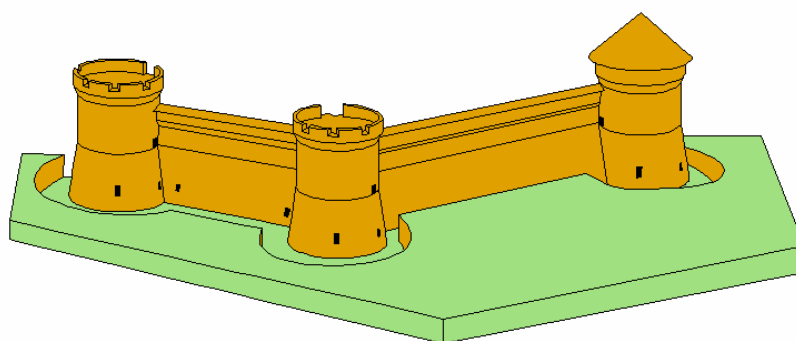
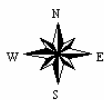
Alberti tervezete
(1470 körül)



Francesco di Giovanni (il Francione) (1428-1495)

Francesco di Giovanni a XV. század második felének tipikus képviselője. Erődjeiben (Firmafede, Pisa) általánosan tervez **baluardokat**. Általában kedveli a négyszögletes erődítményeket, ha teheti, négyszögletes elemekből építi fel még az összetett objektumokat is. Tiszta, egyenes elemekből összeállított kötőgátakat tervez. **Baluardoi** egy korábbi típust képviselnek, noha természetesen rendelkeznek a **kazamatázott oldalozó ágyúállásokkal**. A **baluardok** néha **toronyszerűek**, leggyakrabban **túlnyúlnak a kötőgátak magasságán**. Az **árok** kialakítására nagyon odafigyel, általában nagyon széles (akár 30 m) árkokat tervez. Néha az árokba építi be a különféle erődírmények összekapcsoló elemeit. Gyakorlatilag a **baluardok** és gátak tetejére **csak gyalogsági állásokat** épít, ezek hasonlatosak a középkori gyilokjárókhoz, ugyanúgy fedettek.

Francesco di Giovanni (Francione 1428-1495) tervezete (Firmafede, Pisa alapján)



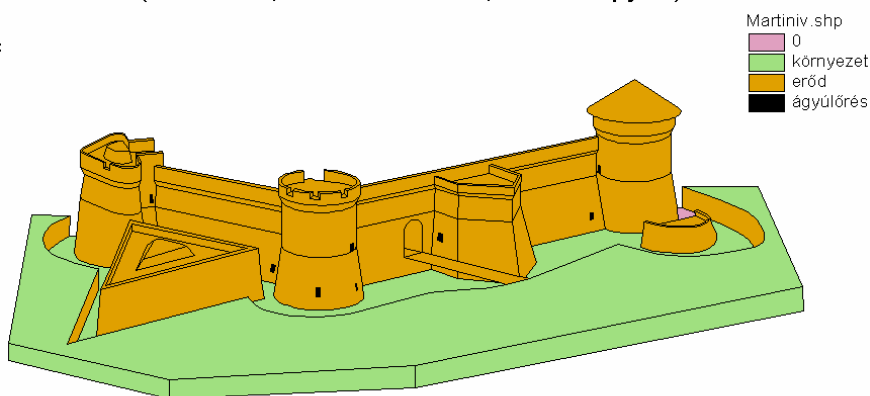
Francia.shp
0
környezet
erőd
ágyúlőrés

Francesco di Giorgio Martini (1439-1501)

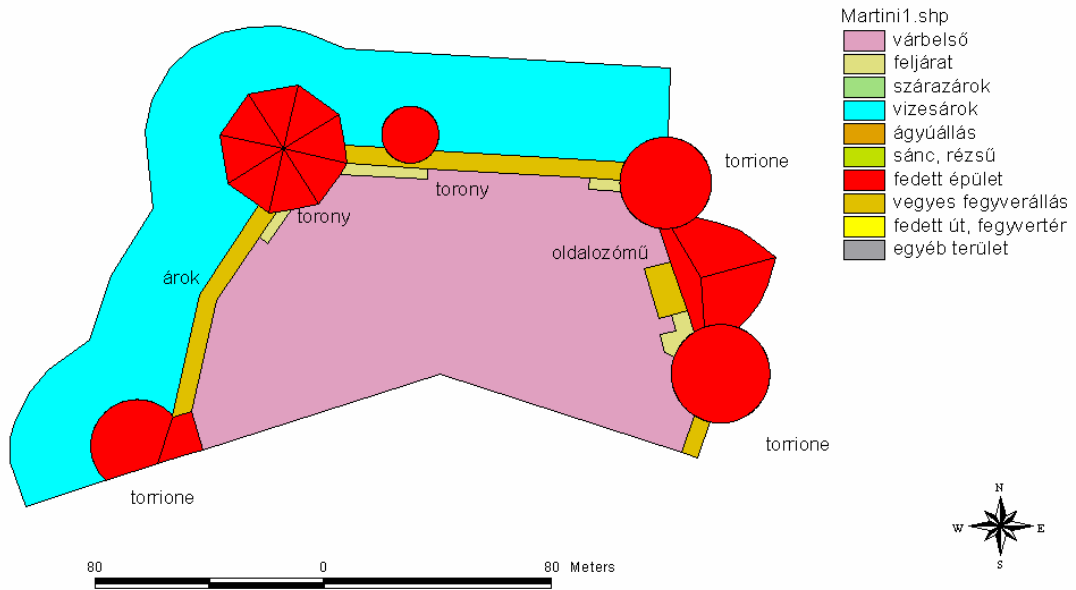
Francesco di Giorgio az ágyú ostromoknál való alkalmazásának kezdete után talán az első olyan katonai tervező, aki írásművei mellett a gyakorlatban valósított meg egységes rendszereket. Erődjei már teljesen figyelembe veszik az ágyúk és gyalogsági tüzfegyverek hatásmechanizmusát. Ezt alkalmazza az erődelemek löállóságának növelésénél, valamint a védelem módszereinek kialakításánál. Tulajdonképpen nála láthatók először azok az erősítési elemek, amelyek később a bástyás rendszerekbe lesznek beépítve. A falakat gyakran megtöri (San Leo), sőt már **oldalozómű-szerű** kiépítést is használ (Sassocorvano). Ezeket a kor követelményeinek megfelelően gyakran fedi gyalogsági löállás. A **torrione** alkalmazása az első lépés. A szó jelentése a toronyból származik, de attól jól elkülöníthető. A **torrionék** általában alkalmasak a kapcsolódó falszakaszok oldalazására, de igazából nem válik el a gyalogsági és tüzérségi fegyverek szintje, legalábbis nem nagyon állapíthatók meg különbségek. Fontos tulajdonságuk, hogy az ellenség felé általában csak a felső (tetőzettel ellátott) szintjükről lehet löni. Felismerhető minden esetben a lőrések védelme a tüzérségi tüztől, ami azt mutatja, hogy ebben az időben már a rondellák ellenséggel szembenéző lőrésai lassan veszélyessé kezdenek válni a védők számára.

Martini munkássága látszik megalapozni a bástyák fejlesztését. Több erősítésénél látható olyan védőmű, ahol az oldalozó tüzfegyverek védetten helyezkednek el, valamint a kor fegyvereivel valószínűleg pásztázhatók a homlokoldalak. A **puntone**, noha korábbi előzményekre nyúlik vissza, nála válik karakteressé (Volterra). Ezek a védőművek a kapuk védelmére lettek kifejlesztve. Mindig rendelkeznek a kapu fedezésére szolgáló lőrésekkel. Formájuk (négy- vagy ötszög) előre vetíti a bástyák külső megjelenésének kialakulását. Nagyon fontos Martininál az árok védelme. Sűrűn telepít árokvédő műveket, **koffereket**, **kaponírokat**. Gyakorlatilag ez az a korszak, amikor a védelem lehetőségei megalapozzák az árokharcot. Megállapítható, hogy Francesco di Giorgio kora talán legnagyobb hadmérnöke, akinek a megoldásai (a kor színvonalán) már kihasználták a tüzérség alkalmazásában rejlő minden lehetőséget.

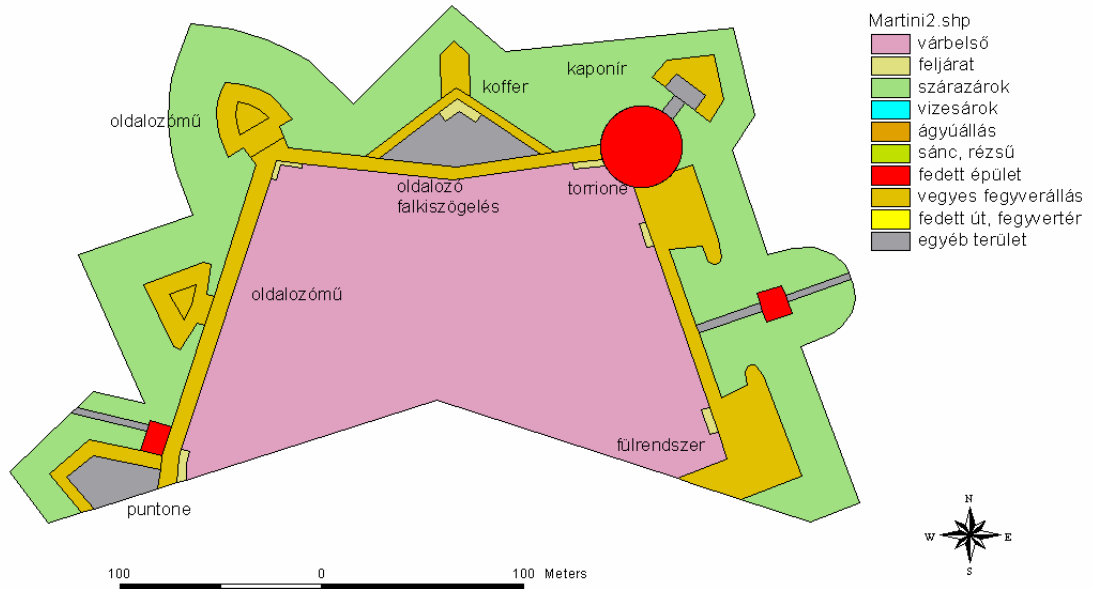
Francesco di Giorgio Martini (1439-1501) tervezete (San Leo, F. Sarsanello, stb. alapján)



Francesco di Giorgio Martini I. rendszere (1439 - 1501)



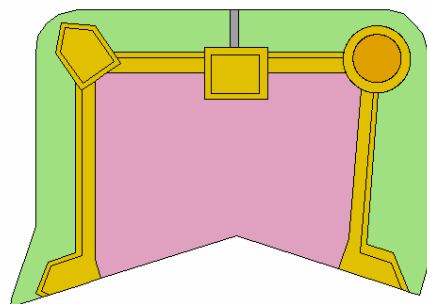
Francesco di Giorgio Martini II. rendszere (1439 - 1501)



Giovan Francesco Azzolino (munkássága 1460 és 1490 között)

Giovan Francesco Azzolino az olasz erődépítészet első fénykorának mérnöke. Művei azonban eltérően a szokásos megoldásoktól több sajátos vonást rejtenek. Legszembetűnőbb a **torrionék** kialakításának módja. Gyakorlatilag a felületes szemlélők számára bástyáknak tűnnek, mivel Azzolinonál lehet legtisztábban észrevenni az **oldalozás céljából ötszögűvé alakított torrionékat** (Rocca Aquaviva). Noha nem általánosan, de a védvonal úgy van kialakítva, hogy ennek nagy része folyamatosan ellenőrizhető és oldalozható legyen. Ez a fontos újítás azonban nála nem jár együtt a baluardóknál megszokott, az árok szintjén kialakított oldalozó ágyúállásokkal. **Torrionéi magas építésűek**, látható, hogy a tüzéség pillanatnyi lehetőségeiből indul ki. Végig a falakon és tornyokon **gyalogosági állások** találhatók, a **gátakat** és (nem mindig) a **torrionékat** ezekről felülről lehet **oldalozni**. Azzolino néhol (talán a fő támadási irányokban) nagyobb kerek **torrionékat** is épít, ezek kialakítása már az **ágyútornyokra** hasonlít.

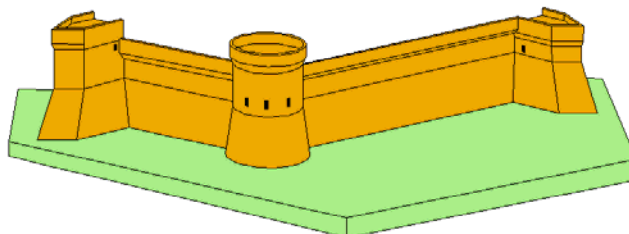
Azzolino tervezete
(1470 körül)



- Azzolin.shp
- várbelső
 - feljárat
 - szárazárok
 - vizesárok
 - ágyúállás
 - sánc, rézsű
 - fedett épület
 - vegyes fegyverállás
 - fedett út, fegyvertér
 - egyéb terület



Giovan Francesco Azzolino tervezete
(a Rocca Aquaviva alapján)

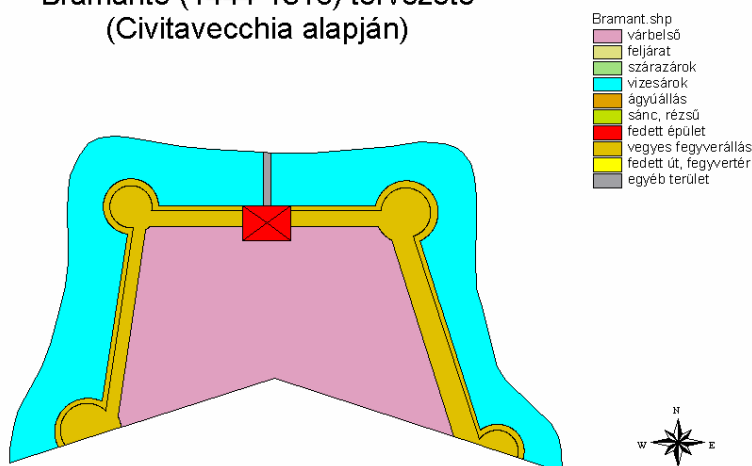


- Azzolin2.shp
- 0
 - környezet
 - erőd
 - ágyúörés

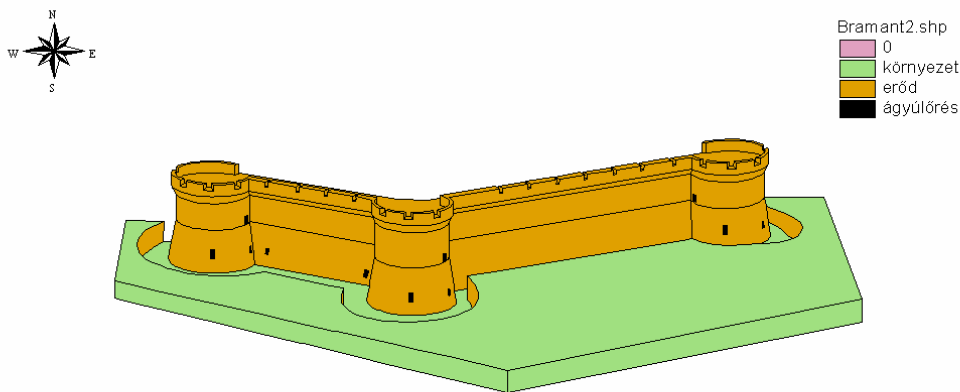
Donato d' Angelo Bramante (1444-1514)

Donato d' Angelo Bramante, mint képzett építész korán felismerte a várvédelem új feladatait a tüzérség fokozatos megerősödése miatt. Hadmérnöki tevékenységét már az azonos elvek alapján rendszerbe foglalt erődítések jelentik (Civitavecchia). A falak (később kötőgátak) egyöntetű oldalazása, az árok pásztázása gyakorlatilag minden tervénél szerepel. Az időközben a **torrionéból** továbbfejlesztett **baluardo** (most már főként a tüzérség elhelyezésére) már tükrözi azt az elgondolást, hogy lehetőleg a védő tüzérséget ne tegyük ki az ostromló ellenség tűzhatásának, illetve a közben egyre hatásosabb ostromtüzérséggel szemben a **baluardo** építményét lehetőleg tömörré tegyék. Bramante tervein ilyenmódon ágyúk túlnyomórészt az erődelemek tetején a **baluardón** és a **kurtinán** (az ostromlók felett), illetve az árokban helyezkednek el. Az ágyúlőrés, hasonlóan más mérnökök munkáihoz, az árokban a **baluardok** védelmére nem csak pásztázásra, hanem keresztirányú lövésekre alkalmasan vannak kialakítva. A kor divatja és szükségletei szerint a gyalogság és könnyűtüzérség tűzének jobb kihasználására vastok tornyokat is épít a várható fő támadási irányokban. Bramante elgondolásai, tervei már egy kifejlett egységes erődépítészeti képviselnek.

Bramante (1444-1516) tervezete
(Civitavecchia alapján)



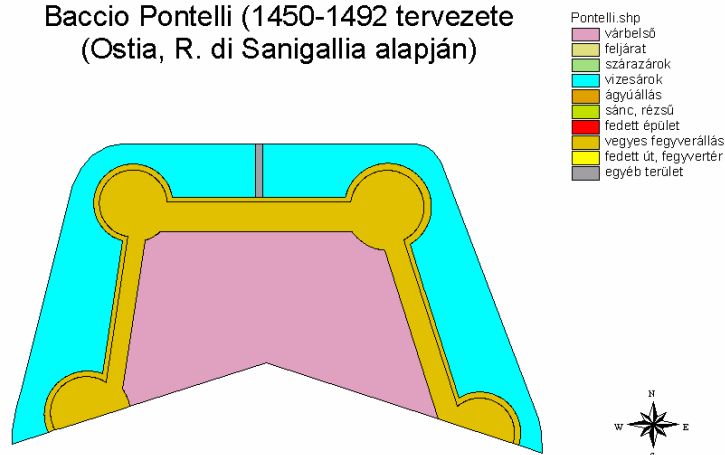
Bramante (1444-1516) tervezete
(Civitavecchia alapján)



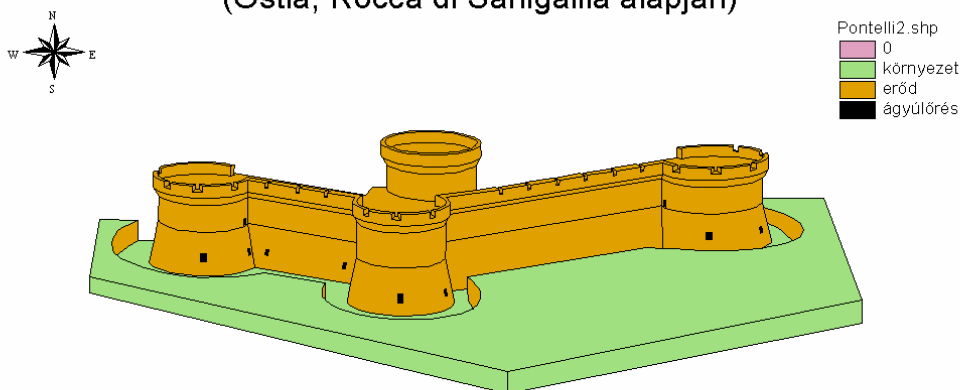
Baccio Pontelli (1450-1492)

Baccio Pontelli munkássága alapján a "**baluardo-korszak**" legkiforrottabb mérnöke címet kaphatná. Ez egyaránt vonatkozik terveinek egységes, a korábbi ismereteket ötvöző voltára, valamint arra, hogy nála éri el ez a védmű legnagyobb kiterjedését és legbonyolultabb formáját. **Baluardoi** a **kötőgátakkal általában egy magasságúak**, és minden korábbinál nagyobb alapterületűek (Ostia, Rocca di Sanigallia). Lent az árok szintjén minden esetben **kazamatázott oldalozó ágyúállások** találhatóak, egyébként az ellenség felé védművei tömörek. Néha előfordul (főként kapuk környékén) az ellenség felé néző kazamatázott ágyúállás, de ezekről nem lehet megállapítani, hogy nem-e szintén az árok felső pereme alatti lőrés-e. **Baluardoinak** felső szintjén vegyesen alkalmaz **gyalogsági** és **ágyúállásokat**. Ezek kialakítása a kor követelményeinek megfelelő, kőből illetve téglából épített **lőrések** és **védőpártázat**. A **baluardok** közötti **kurtinákon** néha megjelennek ágyúállások, de ezek mindig a hely függvényei és másodlagosak. Pontelli erődjeinek árokrendszere a rendelkezésre álló anyagok alapján nem tanulmányozható.

Baccio Pontelli (1450-1492 tervezete
(Ostia, R. di Sanigallia alapján)



Baccio Pontelli (1450-1492) tervezete
(Ostia, Rocca di Sanigallia alapján)



Giuliano da Sangallo (1443-1516)

Giuliano da Sangallo a Sangallo dinasztia tagja. Öccsével id. Antonio Sangalloval együtt felismerik az új technikai és építészeti lehetőségeket a tüzfegyverek várvédelemben való alkalmazására. Giuliano Sangallo munkáiban kezd kiforrni a bástyás védőöv elképzelése. Kortársa azoknak a hadmérnököknek, akik egyre inkább alkalmazzák a teljes védőöv fedezését, az oldalazó ágyúknak a szögletes védőművek (**bástyák**) oldalaira, védett állásokba való elhelyezését. Bástyái már azonos magasságúak a többi fallal. Azonban természetesen az ágyúk technikai színvonalát és az igazi előképek hiányát tekintve, G. Sangallo tervei néhány gyermekbetegséget viselnek magukon. **Bástyáit** általában még nem úgy építi, hogy homlokfaluk teljes egészében pásztázható legyen (Fortezza di Poggia Imperiale), viszont az ellenség felé néző oldalak tömörek. De gondolhatjuk ezt esetleg a korabeli ágyúk teljesítménye alapos ismeretének is. A **bástyák** és **kötőgátak** aránya azonban már megfelel a későbbi úgynevezett **ólasz** rendszer követelményének. A bástyaszárnyakban **kazamatában** elhelyezett ágyúkat védetteknek tekinthetjük. Megjegyezhető, hogy az árkok védelemben való felhasználását úgy látszik nem tekintette elsőrangú kérdésnek, mert e téren újdonság nem fűződik nevéhez. A kornak megfelelően külön gyalogsági védvonalat épít ki. A **bástyák** és gátak tetejére is gyakran helyez el lövegeket. Megállapíthatjuk, hogy munkáival hozzájárult a bástyás erődítés kérdéseinek tisztázásához.

