

**Bumax on Bufab-konsernin rekisteröity tavaramerkki, joka tunnetaan maailman vahvimmista ruostumattomista teräskiinnikkeistä.**

Bumax-tuotteet valmistetaan Bufabin omista tehtaista Ruotsissa, ja ne täyttävät asiakkaiden korkeimmatkin vaatimukset niin laadun ja jäljitettävyyden kuin korrosio-, lämpötila- ja väsymiskestävyydenkin osalta. Tuotteemme ovat sekä turvallisia että luotettavia.

Tietyt Bumax-valikoiman tuotteet ovat täysin ainutlaatuisia, eikä vastaavia löydy markkinoilta muualta. Kaikki tuotteet ovat täysin jäljitettävissä (todistus 3.1 saatavana jokaisesta erästä), ja niiden raaka-aineet hankitaan ainoastaan ensiluokkaisilta eurooppalaisilta ruostumattoman teräksen valmistajilta.

## YLEISTÄ TIETOA Bumax 88- ja Bumax 109-kiinnikkeistä

Bumax 88 ja Bumax 109 ovat Bumax-tuoteperheeseen kuuluvia laadukkaita A4-kiinnikkeitä. Ne tunnetaan tasalaatuisina tuotteina, joissa on standardimallisia A4-kiinnikkeitä korkeampi venymisraja, pienempi määrä sulkeumia ja tiukemmat kemiallista koostumusta koskevat toleranssit. Tämän ansiosta Bumax 88-/109 -kiinnikkeissä on erinomaiset mekaaniset ominaisuudet ja erittäin hyvä väsymislujuus, parempi korrosiokestävyys useimmissa ympäristöissä sekä erittäin pieni magneettinen permeabiliteetti. Asiakkaillemme tämä tarkoittaa tuotteiden verratonta

luotettavuutta ja pitkää elinkaarta kaikkein ankarimmissakin olosuhteissa. Bumax 88 ja Bumax 109 valmistetaan samasta materiaalista, mutta erityisen valmistusmenetelmän ansiosta Bumax 109:n lujuus on suurempi, mikä tekee siitä markkinoiden vahvimman A4-kiinnikkeen. Bumax 88 -luokan kiinnikkeillä on luokan 8.8 hiilliteräskiinnikkeitä vastaavat lujuusominaisuudet ja Bumax 109:llä luokan 10.9 hiilliterästä vastaavat.

## SOVELLUKSET

Bumax 88/109 -kiinnikkeitä käytetään vaativissa sovelluksissa esimerkiksi öljy- ja kaasuteollisuudessa, sellu- ja paperiteollisuudessa, meri-, petroke-mia- ja energiateollisuudessa sekä monilla muilla aloilla, joilla standardimalliset A4-kiinnikkeet eivät yksinkertaisesti riitä. Tuotteitamme hyödynnetään esimerkiksi vesisuihkulaitteissa, hiukkaskiihdyttimissä, vedenalaisissa laitteissa, pumpuissa, venttiileissä, tuuliturbiineissa, korkeapainelaitteissa, ydinvoimaloissa, sukellusveneissä ja monissa muissa kohteissa.



## KEMIALLINEN KOOSTUMUS ja standardit

ISO 3506 -standardissa määritellyllä A4-luokalla on erittäin laaja toleranssialue ja sen haitta-ainepitoisuutta koskevat vaatimukset ovat pintapuolisia. On olemassa lukuisia terässtandardeja, jotka vastaavat A4-luokan määritelmää, ja jokaisella niistä on omat ominaispiirteensä. Yleisimmät standardit on lueteltu taulukossa 1. A4-pultit, -mutterit ja -aluslaatat ovat tyyppisiä kulutushyödykkeitä, joita voi ostaa hyllytavarana useimmista rautakaupoista. Eri A4-teräslajeja valmistetaan ympäri maailman valtavia määriä ja suuren hintapaineen alla. Tästä syystä monet kiinnikevalmistajat käyttävät halvinta saatavilla olevaa teräsmateriaalia, kunhan se vain täyttää ISO 3506 -standardin mukaisen A4-luokan määritelmän. Usein käytetään terästä, joka sisältää mahdollisimman pienen määrän kalliita aineita, kuten molybdeenia (Mo), nikkeliä (Ni) ja kromia (Cr), ja lisäksi halvinta metallurgista menetelmää, joka lisää teräksen haitta-ainepitoisuutta ja sulkeuma-/kuonatiheyttä. Standardimalliset A4-kiinnikkeet ovat silti riittäviä lukuisiin ei-kriittisiin sovelluksiin.

Sen sijaan teknisesti vaativissa sovelluksissa, joissa matala käyttöikä-kustannus on keskeinen vaatimus ja joissa yksittäinen häiriö voi johtaa suuriin taloudellisiin tappioihin tai jopa henkilövahinkoihin, ensiluokkaisten kiinnikkeiden käyttäminen on elintärkeää. Ero laadukkaan teräsmateriaalin ja kulutushyödykkeeksi sopivan A4-teräksen välillä ei välttämättä havaitse paljaalla silmällä tai vetokokeella. Ero on kuitenkin huomattava, kun materiaaleja vertaillaan todellisissa käyttöolosuhteissa tai perusteilisella korrosiokestävyydellä ja väsymislujuudella mittaavalla laboratoriotuotteella. Bumax 88/109 on tehty laadukkaasta, korkean molybdeenipitoisuuden 316L-teräksestä, jonka kemialliselle koostumukselle on asetettu paljon suuremmat vaatimukset. Standardimallisten A4-kiinnikkeiden ja Bumax 88/109-kiinnikkeiden välinen ero perustuu ensisijaisesti siihen, että Bumaxin ominaisuudet alkavat siitä, mihin standardikiinnikkeiden ominaisuudet päättyvät tai päättyivät jo aikojen sitten. Tämä tarkoittaa sitä, että Bumax-kiinnikkeet ovat aina parempia, vahvempia ja korrosiokestävämpiä kuin standardimalliset A4-kiinnikkeet.

**Taulukko 1.** Ruostumattoman teräksen standardien nimitykset

TERÄSLAJIT	EN ISO 3506 <sup>1)</sup>	EN	ASTM
Standardimallinen A4-kiinnike	A4	1.4401, 1.4404	316
Bumax 88/109	A4	1.4432, 1.4436, 1.4435	316L korkea Mo

<sup>1)</sup> EN ISO 3506: Korrosiokestävien ruostumattomien teräskiinnikkeiden mekaaniset ominaisuudet





Bumax 88/109 -koostumuksen erikoisominaisuuksia ovat matala hiilipitoisuus, korkea molybdeenipitoisuus sekä aiempaa tiukempi toleranssi haitta-aineiden ja muiden häiritsevien elementtien, kuten kuonan ja sulkeumien, suhteen. Bumax 88/109 -teräksen ja standardimallisen A4-teräksen kemiallisen koostumuksen erot on esitetty taulukossa 2. Hiilen (C) määrä on pidettävä mahdollisimman pienenä, koska sillä vähennetään kromikarbidierkautumisen ja raerajakorroosion riskiä. Korkea hiilipitoisuus myös heikentää venyvyyttä. Bumax 88 -teräksen enimmäishiilipitoisuus on 0,03 %, joten se voidaan määrittää 316L-teräkseksi. Fosfori (P) ja rikki (S) ovat aineita, jotka vähentävät venyvyyttä ja korroosiokestävyyttä, ja niiden määrä on pidettävä mahdollisimman alhaisena.

Molybdeeni (Mo) on seosaine, jolla on suurin positiivinen vaikutus korroosiokestävyyteen. Bumax 88:n parannettu molybdeenipitoisuus on pääsyy sen parempaan korroosiokestävyyteen standardimalliseen A4-kiinnikkeeseen verrattuna.

Kupari (Cu) on seosaine, joka parantaa kylmätöyrytyksen tuottavuutta, mutta jolla on pääasiassa negatiivinen vaikutus kiinnikkeen ominaisuuksiin. Kupari vähentää lujuutta ja kuumakäsittelyominaisuuksia, mikä voi vaikuttaa pinnan ominaisuuksiin ja lisätä korroosiokestävyyttä ja venyvyyttä pienentävien kuparipitoisten faasien riskiä.

**Taulukko 2.** Standardimallisen A4-kiinnikkeen ja Bumax 88/109 -kiinnikkeen kemialliset eroavuudet

Teräslaji	Kemiallinen koostumus, paino%							
	C	Si	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
A4, standardi	maks. 0.08 <sup>1)</sup>	maks. 1	maks. 0.045	maks. 0.03	16–18,5	2–3	10–15	maks. 4
Bumax 88/109	maks. 0.03	maks. 0.8	maks. 0.04	maks. 0.015	min. 16,5	min. 2,5	min. 11	

<sup>1)</sup> Valmistajan harkinnan mukaan hiilipitoisuus voi olla korkeampi, enimmillään 0,12 %.

## KORROOSIOKESTÄVYYS

Bumax 88/109 -kiinnikkeillä on standardimallisia A4-kiinnikkeitä parempi korroosiokestävyys niiden korkeamman molybdeenipitoisuuden, matalamman hiilipitoisuuden, sileiden pintaominaisuuksien sekä haitta-aineiden ja sulkeumien tiukan valvonnan ansiosta. Pistekorroosiokestävyyden ekvivalentin arvo eli PRE<sup>1)</sup>-luku perustuu tunnettuun kaavaan ja antaa hyvän kuvan seosaineen piste- ja rakokorroosiokestävyydestä. Mitä suurempi teräksen PRE-luku on, sitä paremmin se kestävä suolavedessä syntyvää pistekorroosiota ja kloorin aiheuttamaa korroosiota.

**Taulukko 3.** Tyypillinen pistekorroosiokestävyyden ekvivalentti

Teräslaji	ASTM	Cr (%)	Mo (%)	N (%)	PRE <sup>1)</sup>
A4, standardi	316	17	2,1	0.04	25
Bumax 88/109	316L korkea Mo	17	2,7	0.04	27

<sup>1)</sup> PRE = % Cr + 3,3x % Mo + 16 x % N

Kuten taulukosta 3 voidaan nähdä, kahden teräslajin PRE-luvussa on ero, mikä johtuu siitä, että Bumax 88/109:ssä molybdeeniarvo on aina 2,5–3,0 %, kun taas standardimallisessa A4:ssä molybdeeniä on ainoastaan minimipitoisuus 2,0 %. Korkeampi PRE-luku yhdistettynä yllä mainittuihin ominaisuuksiin antaa teräkselle paremman korroosiokestävyyden. Se on todistettu lukuisilla laboratoriokokeilla ja, mikä vielä tärkeämpää, todellisista tapauksista saaduilla kokemuksilla. Erityisen kiinnostavan kenttäkokeen on tehnyt ruostumattoman teräksen valmistaja Outokumpu yhdessä Ruotsin korroosioinstituutin kanssa Swerea KIMAB -tutkimuslaitoksessa. Kokeen tiedot löytyvät Outokummun Corrosion Handbook -korroosioikäkirjasta. Koekappaleet ovat altistuneet viiden vuoden ajan teiden ja siltöjen varsilla vallitseville olosuhteille Ruotsin rannikkoseuduilla. Musta täplä taulukossa 4 ilmaisee viiden vuoden altistumisesta syntyneen pistekorroosion.

taja Outokumpu yhdessä Ruotsin korroosioinstituutin kanssa Swerea KIMAB -tutkimuslaitoksessa. Kokeen tiedot löytyvät Outokummun Corrosion Handbook -korroosioikäkirjasta. Koekappaleet ovat altistuneet viiden vuoden ajan teiden ja siltöjen varsilla vallitseville olosuhteille Ruotsin rannikkoseuduilla. Musta täplä taulukossa 4 ilmaisee viiden vuoden altistumisesta syntyneen pistekorroosion.

**Taulukko 4.** Outokummun korroosiotesti, musta täplä ilmaisee viiden vuoden altistumisesta syntyneen korroosion

Teräslaji	EN	ISO 3506	Bumax-teräslaji	Borås	Göteborg	Juutinrauma, siltatie	Juutinrauma, sillan alla	Öölanti	Höga kusten	Svartnora
304L	1.4307	A2		●	●	●	●	●	●	
316L	1.4404	A4		●	●		●	●	●	
316L korkea Mo	1.4432	A4	Bumax 88/109				●			

## MEKAANISET OMINAISUUDET

Bumax 88 -luokan kiinnikkeillä on luokan 8.8 hiiliteräskiinnikkeitä vastaavat lujuusominaisuudet ja Bumax 109:llä luokan 10.9 hiiliterästä vastaavat. Kuten taulukosta 5 voidaan nähdä, vain venymän mittauksen ja ilmoittamisen tapa vaihtelee. Ero johtuu pääasiassa siitä, että ISO 3506 -standardin mukaisesti kaikki ruostumattomalle teräkselle tehtävät kokeet on suoritettava valmiille tuotteelle, kun taas hiiliteräs,

joka usein vielä karkaistaan, testataan standardin ISO 898 mukaisesti yleensä koekappaleiden avulla.

Tästä syystä Bumax 88- ja Bumax 109 -teräksillä on ainutlaatuinen mahdollisuus korvata lujuusluokkien 8.8 ja 10.9 hiiliteräs.

Taulukko 5. Minimilujuus ja -venymä

Tuote	Koko, mm	Vetolujuus $R_m$ , min		Venymisraja $R_{p0,2}$ , min.		Venymä, min. mm	Testausstandardi
		MPa	psi	MPa	psi		
Bumax 109	M3-M20	1000	145 000	900	130 500	0.2 d	ISO 3506
Bumax 88	M3-M36	800	116 000	640	92 800	0.3 d	ISO 3506
Bumax 88 (PED) <sup>1)</sup>	M6-M30	800	116 000	640	98 200	0.4 d	ISO 3506
A4-80		800	101 000	600	87 000	0.3 d	ISO 3506
A4-70		700	101 500	450	65 200	0.4 d	ISO 3506
8.8 hiiliteräs		800	116 000	640	92 800	12 %	ISO 898
10.9 hiiliteräs		1000	145 000	900	13 500	9 %	ISO 898

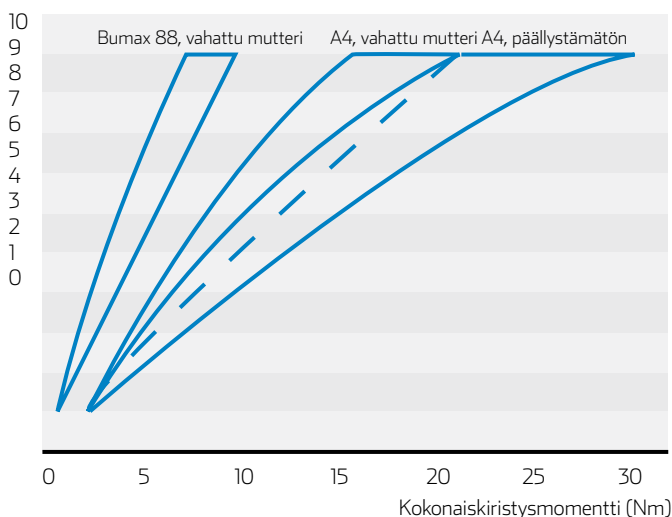
<sup>1)</sup> Korkeammat venymävaatimukset PED-direktiivin täyttämiseksi

Esijännitystä tarvitaan ylläpitämään jännitys liitoksessa sekä varmistamaan liitoksen toimivuus ja sen kestävyys staattisen ja dynaamisen kuormituksen alla. Liitoksen yhteisjännitys ei saa normaalisti ylittää kiinnikkeen venymisrajaa. Yleensä esijännitysarvo voi vaihdella välillä 50-80 % venymisrajasta  $R_{p0,2}$ .

$$\text{Myötökuorma} = A_s \times R_{p0,2}$$

$A_s$  = nimellisjännitysalue

Puristusvoima (kN)



Kuva 1. Kiristysmomentti-puristusvoimakäyriä M6-kokoisille ISO 4017 -pulteille, ISO 4032 -muttereille ja ISO 7089 -aluslaatoille tehtyjen laboratoriokeiden perusteella.

## VÄSYMISKESTÄVYYS

Väsymismurtuma syntyy, kun kiinnike altistetaan toistuvalla jaksottaisella kuormituksella.

Jopa materiaalin venymisrajan alittava maksimijännitys voi johtaa mikrokooppisten halkeamien muodostumiseen, mikä lopulta johtaa murtumaan. Väsymismurtuman alkupisteenä on usein sulkeumissa, kuonassa tai pintavioissa esiintyvä jännityshuippu. Bumax 88 -materiaalilla on erinomainen väsymiskestävyys kulutushyödykkeenä käytettäviin kiinnikkeisiin verrattuna. Alan parhailla metallurgisilla menetelmillä valmistettu raaka-aine hyviin pinta-ominaisuuksiin ja suureen lujuuteen yhdistettynä takaa loistavan väsymiskestävyyden.

Bumax 88:lle ja kilpailevalle A4-80-materiaalille on suoritettu väsytystestejä ulkopuolisessa laboratorioissa 10 miljoonaan kuormituskertaan asti. Taulukossa 6 esitetään testitulokset M6x50 ISO 4017 -pulttien pitkäikäisestä väsytyskuormituksesta. Wöhlerin käyrä (S-N-käyrä) on saatavana pyynnöstä. Pultit esijännitettiin arvoon 400 MPa, joka on M6-luokan 80-pulttien tyypillisessä esikuormituksessa saavutettava jännitys.

Pääsyyinä Bumax 88:n erinomaiseen väsymiskestävyyteen ovat standardimallista A4-materiaalia korkeampi venymisraja, pienempi sulkeumapiitoisuus ja paremmat pintaominaisuudet.

(mm<sup>2</sup>)

$R_{p0,2}$  = venymisraja (MPa)

Esijännityksen asettamiseen käytetään Kellermanin/Kleinin kaavalla, ja se on riippuvainen tietyistä parametreista, kuten kitkasta, esijännityksestä, kierteen halkaisijasta, ruuvityypistä ja kiristysmenetelmästä. Bumax®-suositukset perustuvat kohdistettuun esijännitykseen, joka on noin 65-70 % venymisrajasta, sekä kitkakertoimeen 0,14-0,16, joka voidaan saavuttaa vain jäysteettömällä pinnalla ja käyttämällä laadukasta voiteluainetta. Katso suositeltava esijännitys ja kiristysmomentti osoitteesta [www.bumax.se](http://www.bumax.se).

Empiiriset kokeet osoittavat, että Bumax 88 -kiinnikkeessä on pienempi kitka ja se on vakaampi kitkasyöpmisen osalta kuin A4-kiinnikkeet. Kuva 1 esittää kaaviota, jossa todellinen puristusvoima on mitattu suhteessa M6 ISO 4017 -pultteihin ja ISO 4032 -muttereihin käytettyyn kiristysmomenttiin. Bumax 88/109 -mutterit on aina vahattu Bumax-tuotteille sopivalla erikoisvalmisteisella vahallamme, jolloin kitakerroin on noin 0,08. Vertailun vuoksi standardimalliset A4-pultit ja -mutterit on testattu sekä vahaamattomilla että vahatuilla muttereilla. Tuloksesta voi havaita, että Bumax 88 -kiinnikkeen kohdalla puristusvoiman saavuttamiseen tarvittava kiristysmomentti on pienempi. Lisäksi laadukkaan vahan ansiosta kuormitusarvot ovat vakaampia ja niissä on pienempi hajonta, sillä se toimii kylmävalssaus-sileän kierteen ja tiukkojen toleranssien kanssa hyvin.

Taulukko 6. Kuormituskerrat ennen murtumaa eri jännitystasoilla. Testi lopetettu 10 miljoonaan kuormituskertaan.

Jännitys, MPa	Kuormituskertaa ennen murtumaa	
	Bumax 88	A4-80
400±50	10 miljoonaa	10 miljoonaa
400±50	10 miljoonaa	1.4 miljoonaa
400±55	10 miljoonaa	0.4 miljoonaa
400±55	10 miljoonaa	0.4 miljoonaa
400±60	4.2 miljoonaa	0.5 miljoonaa
400±60	5.6 miljoonaa	0.3 miljoonaa

# MAGNEETTINEN PERMEABILITEETTI

Suhteellinen magneettinen permeabiliteetti viittaa aineen kykyyn vetää puoleensa ja johtaa magneettivuon voimaviivoja. Mitä paremmin aine johtaa magneettikenttiä, sitä suurempi sen permeabiliteetti on. Austeniitti on ei-magneettinen faasi, ja austeniittisella ruostumattomalla teräksellä on usein erittäin pieni magneettinen permeabiliteetti. Bumax 88- ja Bumax 109 -kiinnikkeiden kohdalla alkuaineiden, delta-ferritiin

ja sulkeumien valvonta on tiukempaa kuin tavallisissa A4-kiinnikkeissä, minkä ansiosta niiden tuotantoerät ovat tasalaatuisempia ja useimmissa tapauksissa myös magneettinen permeabiliteetti on pienempi. Bumax 88-/109 -kiinnikkeitä käytetään edistyksellisissä sovelluksissa, joissa vaaditaan erittäin pientä magneettista permeabiliteettia – esimerkiksi ydinreaktorit, fuusioreaktorit ja hiukkaskiihdyttimet.

**Taulukko 7.** Tyypillinen magneettinen permeabiliteetti M5-ruuvien mittauksen perusteella

Teräslaji	Suhteellinen magneettinen permeabiliteetti 20 °C:ssa
Bumax 88	1.006
Bumax 109	1.007

Taulukon arvot ilmaisevat suhteellista magneettista permeabiliteettia 20 °C:ssa, ja ne perustuvat M5-ruuvien mittaukseen, jota analysoitiin Sandvikin tutkimus- ja kehitysosastolla LakeShore-tärinämagnetometrilla. Tiedot ovat vain suuntaa-antavia. Magneettista permeabiliteettia on vaikea mitata ja se voi vaihdella mittaustaitteiden laadun, teräskiinnikkeen koon, valmistusmuodon ja kylmämuokkausasteen mukaan.

## LAATU JA YMPÄRISTÖ

Suurin osa kiinnikkeistämme kylmätaotetaan omissa tuotantotiloissamme Ruotsissa, jossa kylmätaottuja ruostumattomia teräskiinnikkeitä on valmistettu vuodesta 1926 lähtien. Kylmätaonta takaa ensiluokkaisen tuotteen sekä suuremman lujuuden ja väsymiskestävyyden. Raaka-aineet hankitaan tunnetuilta eurooppalaisilta toimittajilta, ja niiden kemiallista koostumusta valvotaan tiukasti mahdollisimman pienen haitta-aine-, sulkeuma- ja kuonapitoisuuden varmistamiseksi. Kaikki tuotteemme toi-

mitetaan täydellisesti jäljitettävänä ja vastaanototodistuksen 3.1 kanssa. Bumax 88 -tuotteiden mukana voidaan toimittaa myös todistus, joka takaa, että kiinnikkeemme täyttävät Euroopan unionin painelaitedirektiivin (97/23/EY) vaatimukset. Ne voidaan toimittaa myös standardin EN 15048 mukaisina CE-merkittynä rakennustuotteina. Tuotantotilamme on hyväksytty standardien ISO 9001, 14001 ja ISO/TS 16949 mukaisesti.

## VARASTO

Bumax 88 -tuotteita on saatavana useissa eri kokoluokissa välillä M3–M36 ja yleisimpinä ruuvi-, mutteri- ja aluslaattatyyppeinä. Saatavana on myös erilaisia UNC-kierteisiä tuotteita. Ota yhteyttä paikalliseen Bumax-myyntiedustajaasi tai katso lisätietoja osoitteesta [www.bumax.se](http://www.bumax.se).

## PALVELU

BUMAX 88- ja BUMAX 109 -tuotteet valmistetaan omissa tehtaissamme, minkä ansiosta voimme ylläpitää näiden tuotteiden kohdalla erittäin korkeaa palvelutasoa. Oma valmistuskapasiteettimme takaa sen, että pystymme tarjoamaan muitakin kuin varstovalikoimassamme olevia kojoja ja valmistamaan ”erikoistuotteita” asiakkaiden tarpeiden mukaisesti.

Voimme valmistaa tuotteita myös suuremmissa lujuusluokissa, kuin mitä tässä esitteessä on ilmoitettu. Näissä tapauksissa vain teräksen omat rajat määrittävät sen, kuinka pitkälle voimme viedä lujuuden ja muut ominaisuudet. Kehitämme tuotteiden ominaisuuksia jatkuvasti.

### Merkintä

Varastossa olevat Bumax 88/109 -kiinnikkeet, eli kuusiokantaruuvit, kuusiokoloruuvit, mutterit ja aluslaatat merkitään tavallisesti oikealla näkyvällä kuviolla<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Alle M5-kokoiset tuotteet eivät sisällä osaa merkinnästä rajallisen tilan vuoksi.

### Pakkaminen



Tuotteemme pakataan laadukkaisiin ja tukeviin laatikoihin, ja ne merkitään värikoodatun järjestelmän mukaisesti. Takaamme ehjissä pakkauksissa olevien tuotteidemme täyden jäljitettävyyden. Tarroissamme ilmoitetaan täydelliset jäljitettävyydetiedot.



Vastuuvapauslauseke: Tämän asiakirjan sisältämät tiedot ovat suuntaa-antavia ja Bufabin parhaaseen tietämykseen perustuvia tietoja, joiden katsotaan pitävän paikkansa julkaisupäivänä. Koska Bufab ei voi valvoa Bumax-tuotteiden käyttöä, käyttäjän velvollisuus on varmistaa tuotteen sopivuus aiottuun sovellukseen sekä vastata kaikista riskeistä ja tuotteen turvallisuudesta käytöstä.